

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Томский государственный педагогический университет»



**IV Всероссийский фестиваль науки  
XVIII Международная конференция  
студентов, аспирантов и молодых ученых  
«Наука и образование»**

**(21–25 апреля 2014 г.)**

**ТОМ I  
ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТОЧНЫЕ НАУКИ**

Томск  
2014

ББК 74.58  
В 85

Печатается по решению  
Редакционно-издательского совета  
Томского государственного  
педагогического университета

В 85 IV Всероссийский фестиваль науки. XVIII Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и образование» (21–25 апреля 2014 г.) : В 5 т. – Т. 1 : Естественные и точные науки ; ФГБОУ ВПО «Томский государственный педагогический университет». – Томск : Издательство ТГПУ, 2014. – 388 с.

Научные редакторы:

Гельфман Э. Г., д-р. пед. наук, профессор  
Забарина А. И., канд. физ.-мат. наук, доцент  
Румбешта Е. А., д-р. пед. наук, профессор  
Фомина Е. А., канд. физ.-мат. наук, доцент  
Радченко О. В., к.ф.-м.н., ТГПУ  
Тютюрев В. Г., д-р. физ.-мат. наук, профессор  
Перевозкин В. П., канд. биол. наук, доцент  
Дырин В. А., канд. биол. наук, доцент  
Минич А. С., д-р. биол. наук, профессор  
Ковалёва С. В., д-р. хим. наук, профессор  
Полещук О. Х., д-р. хим. наук, профессор  
Шабанова И. А. канд. пед. наук, доцент  
Пугачёва Е. Е., канд. геол.-минерал. наук, доцент  
Родикова А. В., канд. биол. наук, доцент  
Седокова М. Л., канд. биол. наук, доцент  
Клишин А. П., зав. лаб. СНИЛИТ

*Статьи публикуются в авторской редакции*

© Авторский коллектив, 2014  
© ФГБОУ ВПО «ТГПУ», 2014

# ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

---

## ДИНАМИКА ДВИЖЕНИЯ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ЗАРЯЖЕННОЙ ЧАСТИЦЫ В ПОЛЕ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ НАМАГНИЧЕННОЙ СФЕРЫ

*М. А. Мастерова*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Научный руководитель: Эпп В. Я., д.ф.-м.н., проф.*

### *Введение.*

Движение заряженных частиц в поле намагниченного вращающегося небесного тела имеет большое практическое значение в астрофизике.

Дойч [1] смоделировал нерелятивистскую вращающуюся звезду как идеально проводящую сферу, жестко вращающуюся в вакууме. Для того что бы ввести релятивистскую модель источника поля Belinsky и др. [2] рассмотрели бесконечно тонкий постоянный магнит конечной длины. Эта модель является применимой для расчета поля на больших расстояниях, но она не может быть использована для расчетов в ближней зоне.

Georgiou [3] нашел точные релятивистские решения для электромагнитного поля внутри и вне вращающейся намагниченной нейтронной звезды. Расчет поля для сферы не являющейся ни проводником ни диэлектриком был сделан Kaburaki [4].

Существует большое разнообразие других работ, в которых представлены расчеты электромагнитного поля вращающейся намагниченной сферы. Эти результаты существенно зависят от используемой модели и скорости её вращения.

В работе показано, что с точностью до первого порядка по  $\omega a/c$  (где  $a$  – радиус сферы,  $c$  – скорость света,  $\omega$  – угловая скорость вращения), что электромагнитное поле нерелятивистской, однородно-намагниченной сферы можно рассматривать как поле вращающегося диполя.

Также мы обсуждаем динамику заряженной релятивистской частицы в электромагнитном поле вращающегося намагниченного небесного тела. Получены уравнения движения частицы и найдены некоторые частные решения. Определена эффективная потенциальная энергия с помощью одного интеграла движения. Изучены разрешенные и запрещенные области движения заряженных частиц для различных значений интеграла движения.

### 1. Интеграл движения.

Рассмотрим произвольное электромагнитное поле вращающееся с угловой скоростью  $\omega$ . Четырехмерный потенциал для такого поля в инерциальной в сферической системе координат  $x^\nu = (ct, r, \theta, \phi)$ ,  $\nu = 0, 1, 2, 3$  определяется как:

$$A^\nu [r, \theta, \phi + \omega t - \rho]$$

В сопутствующей, вращающейся системе отсчета  $x^{\nu'}$   $= (ct, r, \theta, \phi)$ , где  $\psi = \phi - \omega t$  поле не зависит от времени. Следовательно, соответствующий обобщенный импульс

$$p_{0'} = \frac{\partial L}{\partial u^{0'}} = m u_{0'} + \frac{e}{c} A_{0'} \quad (1)$$

сохраняется. Штрихами обозначены величины во вращающейся системе отсчета,  $L$  – функция Лагранжа,  $u^{\nu'}$  – четырехмерная скорость.

Временная компонента 4-импульса  $p_{0'}$ , представляет собой энергию частицы в сопутствующей системе отсчета, деленную на скорость света. Таким образом, энергия частицы во вращающейся системе отсчета определенная как  $\varepsilon' = c p_{0'}$  сохраняется. Выразим интеграл движения  $P = p_{0'}$  через величины в инерциальной системе отсчета.

В результате преобразований  $A_{\mu'} = J_{\mu'}^\nu A_\nu$  получим:

$$p = p_0 + \frac{\omega}{c} p_3,$$

где  $p_\nu = m u_\nu + \frac{e}{c} A_\nu$  – обобщенные импульсы в инерциальной системе отсчета. Величина  $p_3$  есть обобщенный момент импульса относительно оси вращения. Таким образом, относительно инерциальной системы отсчета интегралом движения является сумма энергии и момента импульса, умноженного на  $\omega$ .

Для поля прецессирующего диполя четырехмерный потенциал  $A^V = (0, 0, A_\theta, A_\phi)$ :

$$A_\theta = \frac{d}{r^3} S \sin \alpha, \quad A_\phi = \frac{d}{r^3 \sin \theta} [\sin \theta \cos \alpha - C \cos \theta \sin \alpha], \quad (2)$$

где  $d$  – величина дипольного момента,  $S = \sin \chi + \rho \cos \chi$ ,  $C = \cos \chi - \rho \sin \chi$ ,  $\chi = \omega t - \rho - \phi$ ,  $\rho = \omega r / c$ .

Обобщенные импульсы равны

$$p^o = mct$$

$$p^3 = m\dot{\phi} + \frac{ed}{cr^3 \sin \theta} [\sin \theta \cos \alpha - C \cos \theta \sin \alpha]$$

Используя метрический тензор в сферических координатах, для инерциальной системы отсчета найдем интеграл движения:

$$P = m(ct - \frac{\omega}{c} r^2 \dot{\phi} \sin^2 \theta) - \frac{e\mu\omega}{rc^2} \sin \theta (\cos \alpha \sin \theta - C \sin \alpha \cos \theta). \quad (3)$$

Замена  $\varphi = \psi + \omega t$  даст выражение во вращающейся системе отсчета:

$$P = m(ct(1 - \rho^2 \sin^2 \theta) - \frac{\omega}{c} r^2 \dot{\psi} \sin^2 \theta) - \frac{e\mu\omega}{rc^2} \sin \theta \{ \cos \alpha \sin \theta - (\cos(\rho + \psi) + \rho \sin(\rho + \psi)) \sin \alpha \cos \theta \}.$$

Если в последнем выражении (4) рассматривать  $r, \theta, \varphi$  как координаты, тогда выражение применимо только внутри светового цилиндра, имеющего радиус  $c/\omega$ , в то время как (3) справедливо во всем пространстве.

## 2. Потенциальная энергия.

Исследуем динамику частиц во вращающейся системе отсчета с координатами  $ct, r, \theta, \theta$  и метрическим тензором:

$$g_{\mu\nu} = \begin{pmatrix} 1 - \rho^2 \sin^2 \theta & 0 & 0 & -r\rho \sin^2 \theta \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -r^2 & 0 \\ -r\rho \sin^2 \theta & 0 & 0 & -r^2 \sin^2 \theta \end{pmatrix} \quad (4)$$

Полная энергия частицы может быть определена следующим образом [5]:

$$cp_0 = \frac{mc^2 \sqrt{g_{00}}}{\sqrt{1 - \beta^2}} + eA_0,$$

где  $\beta = v/c$ ,  $v$  – скорость частицы. Так как  $mc^2\sqrt{g_{00}^-}$  – энергия частицы в состоянии покоя, мы можем определить кинетическую энергию как

$$T = mc^2\sqrt{g_{00}^-}\left(\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}-1\right).$$

Тогда потенциальная энергия может быть введена как  $U = cp_{0'} - T$ , что даст:

$$U = mc^2\sqrt{g_{00}^-} + eA_0. \quad (5)$$

Потенциальная энергия, определенная уравнением (5), обладает свойством: пространственная часть её четырехмерного градиента  $\partial_\nu U$  пропорциональна ускорению частиц. Что бы доказать это рассмотрим уравнение движения:

$$m\dot{v}_\nu + \frac{e}{c}v^\sigma F_{\sigma\nu} - \frac{m}{2}v^\sigma v^\rho \partial_\nu g_{\sigma\rho} = 0,$$

где  $F_{\sigma\nu} = \partial_\sigma A_\nu - \partial_\nu A_\sigma$ . Подставляя четырехмерную скорость  $u^\sigma = (u^{0'}, 0, 0, 0)$  для частицы в состоянии покоя, получим:

$$m\dot{v}_{\nu'} = v^{0'}\left(\frac{e}{c}\partial_{\nu'}A_{0'} + \frac{m}{2}v^{0'}\partial_{\nu'}g_{0'0'}\right).$$

Так как  $v^\sigma v_{\sigma'} = c^2$  следует что  $v^{0'} = c/\sqrt{g_{0'0'}}$ . Отсюда

$$m\dot{v}_{\nu'} = \frac{1}{\sqrt{g_{0'0'}}}\left(eA_{0'} + mc^2\sqrt{g_{0'0'}}\right),$$

Что и требовалось доказать. Найдем потенциальную энергию вращающегося диполя. Преобразование потенциала (2) во вращающуюся систему отсчета приводит к

$$A_{0'} = \frac{\mu\omega}{2rc}\left[\sin\alpha\sin 2\theta(\cos\xi + \rho\sin\xi) - 2\cos\alpha\sin^2\theta\right],$$

где  $\xi = \rho + \psi$ . Подставляя в уравнение (5) и введя безразмерную потенциальную энергию  $V = U/mc^2$  получим:

$$V = \sqrt{1-\rho^2\sin^2\theta} + \frac{N_\perp}{2\rho}\sin 2\theta(\cos\xi + \rho\sin\xi) - \frac{N_\parallel}{\rho}\sin^2\theta, \quad (6)$$

где  $N_\perp = N\sin\alpha$ ,  $N_\parallel = N\cos\alpha$ ,  $N = \frac{e\mu\omega^2}{mc^4}$ .

Разложение (6) в степенной ряд по  $\rho$  дает эффективную потенциальную энергию для нерелятивистской заряженной частицы в поле прецессирующего диполя [6].

Рассмотрим выражение  $T = P - U$ . Начальные координаты и скорости частицы определяются интегралом движения  $P$ .

Если они указаны, то частица может двигаться только в пространстве, где  $U < P$ . Эти поверхности ограничивают разрешенные для движения частиц области.

#### *Литература*

1. Deutsch, A.J. Ann. d'Astrophys., 1955. Vol. 18(1). pp. 1–10.
2. Belinsky V. and Ruffini R. ApJ, 1992. Vol. 401. pp. L25–L27.
3. Kaburaki, O. Astrophysics and Space Science, 1982. Vol. 74. pp. 333–56.
4. Landau L.D. Lifshitz E.M. The Classical Theory of Fields. Butterworth-Heinemann, 1975. V. 2.
5. Georgiou A. Nuovo Cimento B, 2008. Vol. 123(2). pp. 201–215.
6. Epp V. Masterova M.A., Astrophysics and Space Science, 2013. Vol. 345(2). pp. 315–324.

## **КАНАЛИРОВАНИЕ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ПОЗИТРОНОВ В МОНОКРИСТАЛЛАХ**

*А. К. Наджибуллоев*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия  
Таджикистан*

Научный руководитель: Ю. П. Кунашенко, д.ф.-м.н., проф/

В работе рассмотрено каналирование позитронов в кристалле с помощью гармонического потенциала двух плоскостей. С помощью решения классического уравнения движения построены типичные траектории позитронов в кристалле.

### **1. Введение: понятие о явлении каналирования**

Явление каналирования описано в ряде монографий (см. например [1]).

В начале шестидесятых годов Робинсоном и Оуэном [2] и, независимо, Билером и Беско [2] в результате моделирования процесса на ЭВМ был предсказан эффект аномально большого пробега быстрых ионов, влетающих в монокристалл вдоль его главных кристаллографических направлений. Это явление было впоследствии обнаружено экспериментально а затем объяснено теоретически.

Основная идея, существенно упрощающая теоретический анализ эффекта каналирования в целом, состоит в замене истинного потенциала атомов кристалла потенциалом, усредненным по координатам атомов в кристаллографической оси

или плоскости (соответственно осевое и плоскостное каналирование). Такое приближение особенно эффективно, если угол падения частицы на ось или плоскость достаточно мал. Тогда частица, рассеиваясь на малый угол после взаимодействия с одним атомом, попадает в область действия следующего. Поскольку силы притяжения этими атомами (или силы отталкивания, если частица положительно заряжена) направлены в одну сторону, то происходит сравнительно плавный поворот импульса частицы вследствие столкновений с большим числом атомов оси или плоскости.

В результате того, что для отрицательно заряженных частиц (электронов) потенциал цепочки является притягивающим, частица либо пересекает цепочку, либо (если энергии ее поперечного движения не хватает для преодоления потенциального барьера) совершает колебания около цепочки (вивоны), неизбежно проходя через область тепловых колебаний атомов цепочки. Возможность близкого соударения классической частицы с атомом, отклонившимся от положения равновесия, приводит к сильной неустойчивости ее движения по траектории в непрерывном потенциале. Если у частицы есть первоначально некоторый орбитальный момент относительно оси  $z$ , то она будет вращаться вокруг оси и за счет центробежного барьера может некоторое время удерживаться за пределами области  $p < u$  (розетоны). В этом случае ее движение в непрерывном потенциале неустойчиво лишь при учете неупругого рассеяния на электронах кристалла.

## **2. Усредненные потенциалы кристаллографических осей и плоскостей**

В идеальном же кристалле движущаяся под малым углом к цепочке частица практически «не чувствует» отдельных атомов, и потенциал цепочки можно усреднить, по продольной координате  $z$ . Усредненный таким образом потенциал имеет вид

$$V_o(P) = \frac{1}{d_R} \int \varphi(\sqrt{P^2 + Z^2}) dZ \quad (1)$$

где  $\varphi$  – потенциал отдельного атома,  $d_R$  – расстояние между атомами.

Те же соображения можно использовать, когда мал угол падения частиц относительно кристаллографической плоскости. При этом положительно заряженные частицы отра-



жаются потенциалом плоскости, усредненным по координатам  $z$  и  $y$  атомов в этой плоскости:

$$V_0(X) = \frac{1}{S} \iint \varphi \sqrt{X^2 + P^2} d^2 p \quad (2)$$

Здесь  $S$  – площадь, приходящаяся на один атом в плоскости;  $\rho = \{y, z\}$ .

Однако в большинстве случаев, их можно с достаточной точностью (25%) заменить другими, более простыми выражениями (модельные потенциалы), допускающими аналитическое решение задачи. Так, для плоскостного каналирования позитронов непрерывный потенциал в первом приближении имеет вид параболы почти всюду в пределах канала.

$$U(x) = 4U_0 x^2/d^2. \quad (3)$$

Для электронов усредненный потенциал плоскости может быть представлен в виде потенциала Пешля – Теллера:

$$U(x) = -U_0 \operatorname{ch}^{-2} x/b, \quad (4)$$

а потенциал оси – в виде двумерного кулоновского потенциала:

$$U(\rho) = -a/\rho \quad \geq u \quad (5)$$

который в области расстояний  $\rho$  от оси, меньших амплитуды тепловых колебаний, переходит в параболический:

$$U(\rho) = \beta \rho^2 \quad (6)$$

В соотношениях (3)–(6) параметры  $U_0$ ,  $b$ , выбираются из условий наилучшего приближения модельных зависимостей к более точным. Значения этих параметров для некоторых конкретных случаев каналирования представлены.

### 3. Траектории позитронов

В общем случае движение электронов и позитронов в кристалле должно рассматриваться методами квантовой механики. Однако при достаточно высоких энергиях частиц оказывается возможным классическое описание. Поэтому рассмотрим именно этот случай как наиболее простой. При движении частиц в усредненном потенциале плоскостей интегралами уравнений движения являются продольная по отношению к плоскостям составляющая импульса  $p_x$  и полная энергия частицы  $E$ . Интегралы движения могут быть записаны в виде

$$[1 - v^2 - (x)^2] + U(x) = E \quad (7)$$

Введены обозначения:  $v_x$  – продольная компонента скорости;  $x$  – поперечная компонента скорости;  $U(x)$  – потенциальная

энергия частицы в поле плоскостей. Исключая из первого уравнения системы (7) продольную компоненту скорости, получаем

$$(x)^2 = \frac{|E - U(x)| - E^2}{|E - U(x)|} \quad (8)$$

где  $E$  – энергия продольного движения. Это точное уравнение поперечного движения частицы в непрерывном потенциале плоскостей.

Дальнейшие упрощения уравнений (8) связаны с малостью потенциальной энергии  $U(x)$  по сравнению с полной энергией частицы.

С точностью до малых величин уравнение поперечного движения приобретает вид

$$(x)^2 = \frac{2}{E} [E - U(x)] \quad (9)$$

Нетрудно видеть, что это уравнение, продифференцированное по времени, эквивалентно нерелятивистскому уравнению Ньютона для движения частицы в поле  $U(x)$ , однако роль массы частицы играет теперь релятивистская масса.

Используя потенциал (3) мы посчитали траектории позитронов в кристалле вольфрама для различных полных энергий и углов влета позитрона и получили:

$$x[t] = \frac{d\sqrt{E_n} \sin \left[ \frac{2\sqrt{2} \sqrt{E_n} \sqrt{\frac{m}{E_n}} t \sqrt{U_0}}{dm} \right]}{2\sqrt{U_0}} \quad (10)$$

На рисунке 1 показана типичная траектория позитрона между двумя плоскостями рассчитанная по приведенным выше формулам.

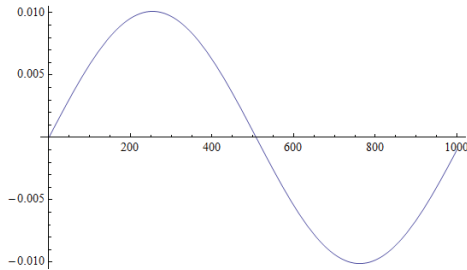


Рис. 1

$$E_n = \frac{(E_p Q)^2}{2mC^2} \quad (11)$$

Здесь:  $E_n$  – поперечная энергия,  $E_p$  – полная энергия  $Q$  – угол влета,  $mc^2$  – энергия покоя позитрона.

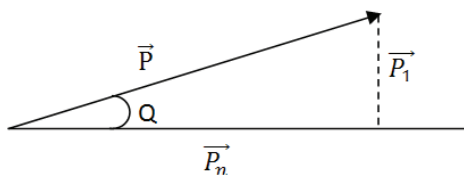


Рис. 2

На рис. 2 показана схема влета позитрона в канал кристалла. Здесь  $\vec{P}$  – импульс позитрона,  $\vec{P}_n$  – продольный импульс,  $\vec{P}_1$  – поперечный импульс,  $Q$  – угол влета позитрона относительно кристаллографической плоскости.

#### Литература

1. Базылев В.А., Жеваго Н.К. Излучение Быстрых частиц в веществе и во внешних полях. – М.: Наука, Гл. ред. Физ.-мат.лит., 1987. 272 с.
2. Robinson M.T., Olsen O.s. Phys. Rev. 1963, v. 132, №4, p. 2385–2398.
3. Beeler J.R., Besro G., -J.Appl. Pehys., 1963, v.83, №2, p. 2873–2878.
4. Moljr G.-Z Naturforsch, 1947, Bd2a, s. 133–145.
5. Firsov O.B.-Rad. Eff., 1982, v. 61, № 1–2, p. 73–81.
6. Appleton B.R., Erginosoy C., Gibson W. M. –Pehs. Rev., 1967, v. 161, №1, p. 330–349.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ КРИСТАЛЛА MGO

Зафари Умар

Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия  
Таджикистан

Научный руководитель: В.Г. Тютереv, д.ф.-м.н., проф.

**Оксид магния (периклаз)** представляет собой бесцветный кристалл, обладающий кубической структурой типа

галита (рис. 1). Кристалл MgO широко используется в промышленности, медицине, технологии и т. д. [1].

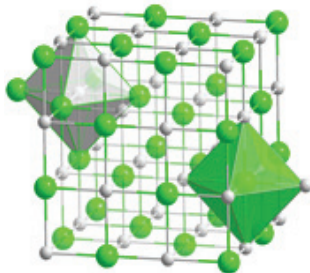


Рис. 1

С другой стороны уже синтезированы различные наноформы MgO, такие как наноленты, нанопластинки, нанопровода и нанотрубки [3]. Изучение квантово-механических свойств, таких как энергетический спектр и электронная плотность являются одним из основных способов предсказания электронной структуры кристалла. Наше исследование выполнено на основе метода функционала плотности с помощью пакета программ Quantum ESPRESSO. Расчеты выполняются в Quantum ESPRESSO в базе плоских волн с использованием ультрамягких псевдопотенциалов [2]. И с этой точки зрения изучение и оптимизация структуры кристалла MgO помогает использовать такие подходы в теории нанотрубок.

Значение постоянной решетки, которое входит, в исходные данные получили из экспериментальных результатов и запустили в программу. Потом путём аппроксимации полиномом нашли оптимизированное значение его, которое равно 7,936543 (в атомных единицах). И наглядно видно из рис. 2.

Для оптимизации энергии также запускали программу с разными значениями параметра обрезания плоских волн (cutwfc), используемых в разложении электронной волновой функции. Затем из полученного графика выбрали значение 30 (в единицах ридбергов).

Расчет электронной плотности протекает самосогласованным образом. Результат расчета по программе pw.x из пакета Quantum ESPRESSO, которая используется для этого расчета, показан на рис. 3.

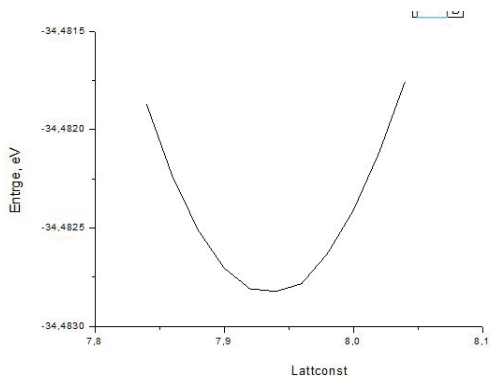


Рис. 2

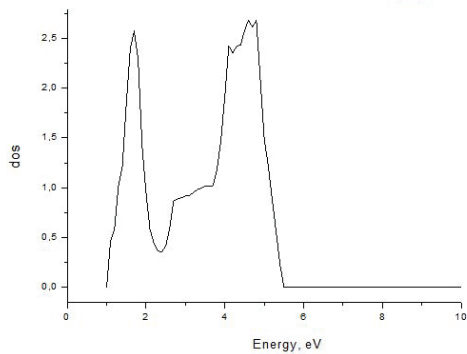


Рис. 3

На рис. 4 показан результат расчета для зонного спектра.

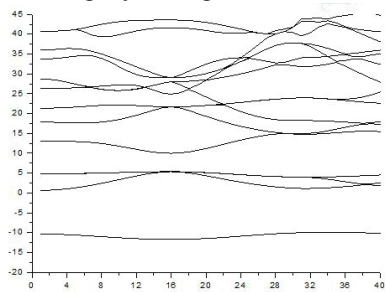


Рис. 4

Из рис. 3 видно, что ширина запрещенной зоны равно 4,6 эВ что соответствует с другими результатами, имеющимися в литературе.

Для оптимизации псевдопотенциала запустили программу для различных пар псевдо потенциалов элементов Mg и O, с учетом времени расчета выбрали пару.

#### *Литература*

1. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Оксид\\_магния](http://ru.wikipedia.org/wiki/Оксид_магния)
2. Возможности пакета Quantum ESPRESSO. (ctkemsu.narod.ru/QE.pdf)
3. А.Н. Еняшин, Г. Зайферд, А.Л. Ивановский, Моделирование структурных термических свойств тубулярных нанокристаллов оксида магния, Физика твердого тела, 2006, том 48 с. 751–755.
4. Р.А. Эварестов, Д. Е. Усвят, В. П. Смирнов, Полный учет симметрии при построении функций Ванье: химическая связь в кристаллах MgO и TiO<sub>2</sub>, Физика твердого тела, 2003, том 45 с. 1972–1981.

## **РОЖДЕНИЕ ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННЫХ ПАР КАНАЛИРОВАННЫМ ПОЗИТРОНОМ**

*И. В. Фартушев*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Научный руководитель: Ю. П. Кунашенко, д.ф.-м.н., проф.*

### **Введение**

При влете заряженной частицы в кристалл под малым углом к осям или плоскостям возникает явление каналирования. В этом случае их взаимодействие с кристаллом можно описывать при помощи непрерывных плоскостных (осевых) потенциалов [1–5]. Если заряженная частица влетает в кристалл под углом к плоскости (оси) меньше критического угла Линдхарда [1], то она захватывается в связанные с непрерывным потенциалом состояния и уровни поперечной энергии квантуются.

В работе рассмотрено образование  $e^+e^-$  пар каналированным позитроном. Образование  $e^+e^-$  пар в непрерывном потенциале ориентированных кристаллов фотонами в настоящее время достаточно подробно изучено как экспериментально, так и теоретически [4,5].

Впервые на образование  $e^+e^-$  пар каналированной заряженной частицей было указано в [5], где была дана оценка

сечения данного процесса. В некотором смысле рассматриваемый процесс аналогичен образованию  $e^+e^-$  пар при рекомбинации электрона с ядром [6].

### Теория

Диаграмма Фейнмана описывающая данный процесс в первом не исчезающем по константе взаимодействия показана на рисунке 1.

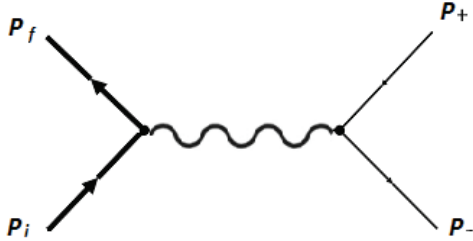


Рис. 1

Матричный элемент, соответствующий диаграмме Фейнмана имеет вид:

$$M_{if} = e^2 \int d\vec{r}_1 d\vec{r}_2 \bar{\Psi}_f(\vec{r}_1) \gamma^j \Psi_i(\vec{r}_1) D_{jl}(\vec{r}_1, \vec{r}_2) \bar{\Psi}_-(\vec{r}_2) \gamma^l \Psi_+(\vec{r}_2). \quad (1)$$

$e$  – заряд позитрона,  $\gamma^{j,l}$  – матрицы Дирака,  $\Psi_{if}$  – волновая функция каналированного позитрона,  $\Psi_{\pm}$  – волновая функция электрон-позитронных пар,  $D_{jl}$  – пропагатор фотона.

$$D_{jl}(\vec{r}_1, \vec{r}_2) = - \int \frac{4\pi}{k^2 - \omega^2} \left( \delta_{jl} - \frac{k_j k_l}{\omega^2} \right) \exp[i\vec{k}(\vec{r}_2 - \vec{r}_1)] \frac{d\vec{k}}{(2\pi)^3}. \quad (2)$$

$$\Psi_{if}(\vec{r}_1) = \frac{1}{\sqrt{L^2}} \sqrt{\frac{m + E_{if}}{2E_{if}}} \begin{pmatrix} w \\ \frac{\vec{\sigma}\vec{p}}{E_{if} + m} w \end{pmatrix} \varphi(x) \cdot \exp[i\vec{p}_{if}^{\parallel} \cdot \vec{r}_1]. \quad (3)$$

Обозначим:

$$u = \begin{pmatrix} w \\ \frac{\vec{\sigma}\vec{p}}{E + m} w \end{pmatrix}; w w^{\dagger} = 1.$$

Где  $w$  – двухмерный спинор.

Функции  $\varphi(x)$  – поперечная волновая функция, удовлетворяет уравнению типа Шредингера с релятивистской массой:

$$\left[ \varepsilon_{\perp i(f)} - \frac{1}{2\gamma m} \hat{p}_x^2 + V(x) \right] \varphi_{i(f)}(x) = 0. \quad (4)$$

$\varepsilon_{\perp i(f)}$  – энергия поперечного движения позитрона в начальном (конечном) состоянии,  $\gamma$  – релятивистский фактор позитрона.

При прохождении позитронов через кристалл явление каналирования возникает, когда позитроны двигаются между двумя соседними плоскостями. В этом случае непрерывный потенциал может быть записан в виде:

$$V(x) = \frac{4V_0}{d^2} x^2. \quad (5)$$

$V_0$  – глубина потенциальной ямы,  $d$  – межплоскостное расстояние.

Решение уравнения Шредингера для такого потенциала хорошо известно [2]:

$$\varphi_n(x) = C_n \exp\left(-\frac{\xi^2 x^2}{2}\right) H_n(\xi x) \quad (6)$$

$C_n = \frac{\xi^{1/2}}{\pi^{1/4} \sqrt{2^n n!}}$  – нормировочная константа,  $H_n(x)$  – полиномы Эрмита,  $\xi = \sqrt{m\omega}$ ,  $\omega = \frac{2\sqrt{2\gamma V_0}}{d\sqrt{m}}$ .

Уровни поперечной энергии определяются формулой:

$$\varepsilon_n = \hbar\omega \left( n + \frac{1}{2} \right). \quad (7)$$

Волновая функция образованных электрон-позитронных пар:

$$\Psi_{\pm}(\vec{r}_2) = \frac{1}{\sqrt{L^3}} \sqrt{\frac{m + E_{\pm}}{2E_{\pm}}} u_{\pm} \cdot \exp[\mp i\vec{p}_{\pm} \cdot \vec{r}_2]. \quad (8)$$

Подставляя волновые функции и пропагатор в матричный элемент получим:

$$\begin{aligned} M_{ij} = & e^2 \int d\vec{r}_1 d\vec{r}_2 \bar{\Psi}_j(\vec{r}_1) \gamma^j \Psi_j(\vec{r}_1) D_{ij}(\vec{r}_1, \vec{r}_2) \bar{\Psi}_i(\vec{r}_2) \gamma^i \Psi_i(\vec{r}_2) = \\ & \frac{-e^2}{L^5} \left( \frac{(m + E_j)(m + E_i)(m + E_+)(m + E_-)}{16 E_j E_i E_+ E_-} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{4\pi}{(2\pi)^3} \times \\ & \times \int dx_1 d\vec{k} \bar{u}_j \varphi_j^*(x_1) \gamma^j \varphi_i(x_1) u_i \exp[-ik_x \cdot x_1] \frac{1}{k^2 - \omega^2} \left( \delta_{ij} - \frac{k_i k_j}{\omega^2} \right) J_1 J_2 \bar{u}_+ \gamma^i u_- \end{aligned} \quad (9)$$



Введем:

$$C = \frac{-e^2}{L^5} \left( \frac{(m + E_f)(m + E_i)(m + E_+)(m + E_-)}{16 E_f E_i E_+ E_-} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{4\pi}{(2\pi)^3};$$

Где

$$J_1 = \int d\vec{r}_1 \exp[ii\vec{r}_1 \cdot (\vec{p}_i^{\parallel} - \vec{p}_f^{\parallel} - \vec{k}^{\parallel})] = (2\pi)^2 \delta(\vec{p}_i^{\parallel} - \vec{p}_f^{\parallel} - \vec{k}^{\parallel}) = (2\pi)^2 \delta(\vec{p}^{\parallel});$$

$$J_2 = \int d\vec{r}_2 \exp[ii\vec{r}_2 \cdot (\vec{k} - \vec{p}_+ - \vec{p}_-)] = (2\pi)^3 \delta((\vec{k} - \vec{p}_+ - \vec{p}_-)) = (2\pi)^3 \delta(\vec{k} - \vec{p}).$$

Вычисления аналогичные [6] дают

$$\vec{I} = \frac{1}{\sqrt{2}} (\vec{I}_1 + \vec{I}_2) \quad (10)$$

$$\vec{I}_1 = \left\{ \frac{1}{E_f + m} \int \hat{p}_x \varphi_i^*(x_1) \exp[-ip_x \cdot x_1] \varphi_f(x_1) dx_1; \frac{\vec{p}_f^{\parallel}}{E_f + m} \int \varphi_f^*(x_1) \exp[-ip_x \cdot x_1] \varphi_i(x_1) dx_1 \right\}$$

$$\vec{I}_2 = \left\{ \frac{1}{E_i + m} \int \varphi_f^*(x_1) \exp[-ip_x \cdot x_1] \hat{p}_x \varphi_i(x_1) dx_1; \frac{\vec{p}_i^{\parallel}}{E_i + m} \int \varphi_f^*(x_1) \exp[-ip_x \cdot x_1] \varphi_i(x_1) dx_1 \right\}$$

Суммирование по спинам образованных электрон-позитронных пар:

$$\sum u_+ \gamma^l u_- = \left( \frac{p_+^l}{E_+ + m} + \frac{p_-^l}{E_- + m} \right) \quad (11)$$

После нескольких простых преобразований получим:

$$M_{if} = C(2\pi)^5 \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{1}{p^2 - \omega^2} \left\{ \frac{\vec{I}\vec{p}_+}{E_+ + m} + \frac{\vec{I}\vec{p}_-}{E_- + m} - \frac{\vec{I}\vec{p}}{\omega^2} \left( \frac{\vec{p}\vec{p}_+}{E_+ + m} + \frac{\vec{p}\vec{p}_-}{E_- + m} \right) \right\} \delta(\vec{p}^{\parallel}). \quad (12)$$

Здесь:  $\vec{I} = (\vec{I}_1 + \vec{I}_2)$ ;  $\vec{p} = \vec{p}_+ + \vec{p}_-$ ;  $\omega = (E_i + E_f)$ .

В результате стандартных для сечения образование электрон-позитронных пар получаем:

$$d\sigma = |M_{if}|^2 \delta(E_i - (E_+ + E_-)) dV. \quad (13)$$

$dV$  – число конечных состояний

$$dV = \frac{1}{(2\pi)^7} L^{-8} d^2 \vec{p}_f d^3 \vec{p}_+ d^3 \vec{p}_-.$$

Формула для сечения принимает окончательный вид:

$$\frac{d\sigma}{d^2 \vec{p}_f d^3 \vec{p}_+ d^3 \vec{p}_-} = e^4 \frac{1}{2^5 \pi^4} \left[ \frac{1}{p^2 - \omega^2} \right]^2 \left[ \frac{(m + E_f)(m + E_i)(m + E_+)(m + E_-)}{E_f E_i E_+ E_-} \right] \times$$

$$\left\{ \frac{\vec{I}\vec{p}_+}{E_+ + m} + \frac{\vec{I}\vec{p}_-}{E_- + m} - \frac{\vec{I}\vec{p}}{\omega^2} \left( \frac{\vec{p}\vec{p}_+}{E_+ + m} + \frac{\vec{p}\vec{p}_-}{E_- + m} \right) \right\}^2 \times$$

$$\delta[(E_i - E_f) - (E_+ + E_-)] \delta[(\vec{p}_i^{\parallel} - \vec{p}_f^{\parallel}) - (\vec{p}_+^{\parallel} + \vec{p}_-^{\parallel})] \quad (14)$$

### Обсуждение и результаты расчета.

Исследуем зависимость от углов вылета. На рисунке 2 схематически показана схема вылета образованных электрона и позитрона. Ось Z направлена по направлению импульсу начального электрона, ось X выбрана таким образом, чтобы импульс образованного позитрона лежал в плоскости XOZ,  $P_{\pm}$  – импульсы образованных частиц,  $\theta_{\pm}$  – их углы вылета относительно оси  $\Phi$  – угол между импульсами в плоскости XOY.

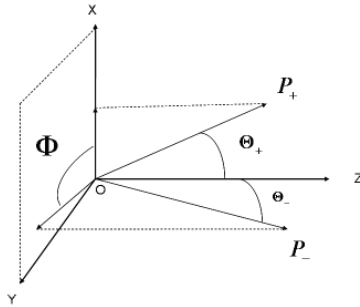


Рис. 2

На рисунке 3 показана зависимость сечения от углов  $\theta_{\pm}$  при начальной энергии электрона 1 ГэВ и кинетических энергиях образованных электрона и позитрона 0.01 МэВ.

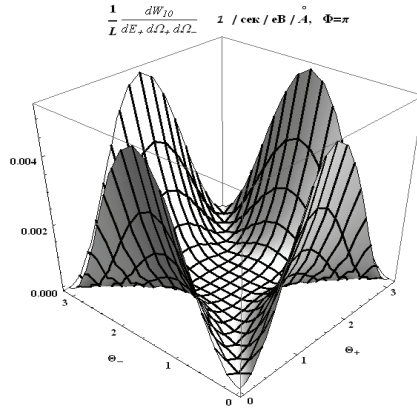


Рис. 3

Из рисунка видно, что сечение симметрично относительно линии  $\Theta_+ = \Theta_-$ .

#### *Литература*

1. Линдхард Й. // УФН, 1969, т. 99, вып. 2, с. 249.
2. Gemmel D.S. // Rev. Mod. Phys., 1974, v. 46, p. 129.
3. Базылев В.А., Жеваго Н.К. Излучение быстрых частиц в веществе и во внешних полях. – М.: Наука, 1987.
4. V. N. Baier, V. M. Katkov, V. M. Strakhovenko. Electromagnetic Processes at High Energies in Oriented Single Crystals, World Scientific Publishing Co, Singapore, 1998.
5. J.C.Kimball and N.Cue, Physics Reports (Review Section of Physics Letters) 125, 2, 69–101, (1985).
6. Кунашенко Ю.П., Фартушев И.В. // Известия вузов. Физика. – 2013 – Т. 56 – №. 11/2 – С. 50–54.
7. Korotchenko K.B., Kunashenko Y.P., Tukhfatullin T.A // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B. – 2012 – Vol. 276 – p. 14–18.

# МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

---

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИДАКТИЧЕСКИХ ИГР НА УРОКАХ АЛГЕБРЫ

*У. Ф. Бабаши*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Увеличение умственной нагрузки на уроках алгебры заставляет задуматься над тем, как поддержать у учащихся интерес к изучаемому материалу, их активность на протяжении всего урока. В связи с этим ведутся поиски новых эффективных методов обучения и таких методических приемов, которые активизировали бы мысль школьников, стимулировали бы их к самостоятельному приобретению знаний.

Возникновение интереса к математике у значительного числа учащихся зависит в большей степени от методики ее преподавания, от того, насколько умело будет построена учебная работа. Надо позаботиться о том, чтобы на уроках каждый ученик работал активно и увлеченно, и использовать это как отправную точку для возникновения и развития любознательности, глубокого познавательного интереса. Это особенно важно в подростковом возрасте, когда еще формируются, а иногда и только определяются постоянные интересы и склонности к тому или иному предмету. Именно в этот период нужно стремиться раскрыть притягательные стороны математики.

Немаловажная роль здесь отводится дидактическим играм на уроках математики современному и признанному методу обучения и воспитания, обладающему образовательной, развивающей и воспитывающей функциями, которые действуют в органическом единстве.

В процессе игры у детей вырабатывается привычка сосредоточиваться, мыслить самостоятельно, развивается внимание, стремление к знаниям. Увлечшись, дети не замечают, что учатся: познают, запоминают новое, ориентируются в необычных ситуациях, пополняют запас представлений, понятий, развивают фантазию. Даже самые пассивные из детей

включаются в игру с огромным желанием, прилагая все усилия, чтобы не подвести товарищей по игре. Во время игры дети, как правило, очень внимательны, сосредоточены и дисциплинированы.

Специфика дидактической игры, ее существенный признак. Во-первых, дидактическая игра имеет свою устойчивую структуру, которая отличает ее от всякой другой деятельности.

Основными структурными компонентами дидактической игры являются: игровой замысел, правила, игровые действия, познавательное содержание или дидактические задачи, оборудование, результат игры.

В отличие от игр вообще дидактическая игра обладает существенным признаком наличием четко поставленной цели обучения и соответствующего ей педагогического результата, которые могут быть обоснованы, выделены в явном виде и характеризуются учебно-познавательной направленностью.

Каждая дидактическая игра имеет правила, которые определяют порядок действий и поведение учащихся в процессе игры, способствуют созданию на уроке рабочей обстановки. Поэтому правила дидактических игр должны разрабатываться с учетом цели урока и индивидуальных возможностей учащихся. Этим создаются условия для проявления самостоятельности, настойчивости, мыслительной активности, для возможности появления у каждого ученика чувства удовлетворенности, успеха.

Кроме того, правила игры воспитывают умение управлять своим поведением, подчиняться требованиям коллектива.

Существенной стороной дидактической игры являются игровые действия которые регламентируются правилами игры, способствуют познавательной активности учащихся, дают им возможность проявить свои способности, применить имеющиеся знания, умения и навыки для достижения целей игры. Очень часто игровые действия предваряются устным решением задачи [2].

Учитель, как руководитель игры, направляет ее в нужное дидактическое русло, при необходимости активизирует ее ход разнообразными приемами, поддерживает интерес к игре, подбадривает отстающих.

Основой дидактической игры, которая пронизывает собой ее структурные элементы, является познавательное содержание. Познавательное содержание заключается в усвоении тех знаний и умений, которые применяются при решении учебной проблемы, поставленной игрой.

Оборудование дидактической игры в значительной мере включает в себя оборудование урока. Это наличие технических средств обучения, кодопозитивов, диапозитивов и диафильмов. Сюда также относятся различные средства наглядности: таблицы, модели, а также дидактические раздаточные материалы, флажки, которыми награждаются команды-победители.

Дидактическая игра имеет определенный результат, который является финалом игры, придает игре законченность. Он выступает прежде всего в форме решения поставленной учебной задачи и дает школьникам моральное и умственное удовлетворение. Для учителя результат игры всегда является показателем уровня достижений учащихся или в усвоении знаний, или в их применении.

Все структурные элементы дидактической игры взаимосвязаны между собой, и отсутствие основных из них разрушает игру. Без игрового замысла и игровых действий, без организующих игру «правил дидактическая игра или невозможна, или теряет свою специфическую форму, превращается в выполнение указаний, упражнений. Поэтому при подготовке к уроку, содержащему дидактическую игру, необходимо составить краткую характеристику хода игры (сценарий), указать временные рамки игры, учесть уровень знаний и возрастные особенности учащихся, реализовать межпредметные связи [1].

Сочетание всех элементов игры и их взаимодействие повышают организованность игры, ее эффективность, приводят к желаемому результату.

Дидактическая игра отличается от обыкновенной игры тем, что участие в ней обязательно для всех учащихся. Ее правила, содержание, методика проведения разработаны так, что для некоторых учащихся, не испытывающих интереса к математике, дидактические игры могут послужить отправной точкой в возникновении этого интереса.

Основным в дидактической игре на уроках математи-

ки является обучение математике. Игровые ситуации лишь активизируют деятельность учащихся, делают восприятие более активным, эмоциональным, творческим. Поэтому использование дидактических игр дает наибольший эффект в классах, где преобладают ученики с неустойчивым вниманием, пониженным интересом к предмету, для которых математика кажется скучной и сухой наукой.

Создание игровых ситуаций на уроках математики повышает интерес к математике, вносит разнообразие и эмоциональную окраску в учебную работу, снимает утомление, развивает внимание, сообразительность, чувство соревнования, взаимопомощь. Систематическое использование дидактических игр на разных этапах изучения различного по характеру математического материала является эффективным средством активизации учебной деятельности школьников, положительно влияющим на повышение качества знаний, умений и навыков учащихся, развитие умственной деятельности. Словом, дидактические игры заслуживают право дополнить традиционные формы обучения и воспитания школьников.

#### *Литература*

1. Методика преподавания математики в средней школе: Общая методика. Учеб. пособие для студентов физ.-мат. пед. институтов. М., «Просвещение», 1975, с. 462.
2. <http://sov.opredelim.com/docs/92800/index-13524.html>

## **СУПЕРСИММЕТРИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ С ПАРАМЕТРОМ, НЕЗАВИСЯЩИМ ОТ ПОЛЕЙ, В ТЕОРИИ ПОЛЯ**

*С. Р. Есипова*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: П. М. Лавров, д.ф.-м.н., проф.,  
заведующий кафедрой математического анализа

В квантовой теории поля замена переменных в функциональных интегралах, представляющих производящие функционалы функций Грина, является одним из важных инструментов изучения квантовых свойств систем. Замена переменных играет особую роль в калибровочных теориях,

в которых мы сталкиваемся с дополнительной проблемой, связанной с калибровочной зависимостью функций Грина. В калибровочных теориях возникает особый класс преобразований, связанных с глобальной суперсимметрией специального вида – БРСТ-симметрией [1, 2]. Использование БРСТ-преобразований, в которых постоянный Грассмановский параметр заменяется функционалом, зависящим от полей, позволяет доказать калибровочную инвариантность физической S-матрицы. В калибровочных теориях этот вопрос рассматривался с использованием бесконечно малых вариаций калибровки при изучении зависимости от калибровок производящих функционалов функций Грина. Недавно в работе [3] удалось доказать этот факт для любых вариаций калибровки в теориях Янга-Миллса. Важным элементом этого доказательства является вычисление точного выражения для супердетерминанта зависящих от полей БРСТ-преобразований.

В данной работе изучаются суперсимметричные преобразования переменных, являющиеся преобразованиями инвариантности действия некоторой модели теории поля. В работе полагается, что такие преобразования являются нильпотентными. Мы предполагаем, что действие, об инвариантности которого идет речь, используется в построении функционального интеграла, представляющего производящий функционал функций Грина. Важным и хорошо известным примером таких действий является действие Фаддеева-Попова [4] в теории неабелевых калибровочных полей. Другим примером могут служить действия, получаемые суперрасширением сигма-моделей [5]. Недавние попытки сформулировать теорию неабелевых векторных полей, свободную от копий Грибова [6], также приводят к действию инвариантному относительно нильпотентных суперсимметричных преобразований.

В работе используется конденсированные обозначения, принятые ДеВиттом [7]. Производные по полям понимаются как правые. Грассманову четность любой однородной (в смысле Грассмановой четности) величины  $A$  будем обозначать как  $\varepsilon(A)$ . Символ  $X_{,i}$  означает правую производную по  $\varphi^i$  от  $X$ : 
$$X_{,i} = \frac{\delta X(\phi)}{\delta \phi^i}.$$



Рассмотрим невырожденное действие  $S(\varphi)$  некоторой модели теории поля, характеризуемой набором полей  $\varphi^i$  с Грассмановой четностью  $\varepsilon(\varphi^i) = \varepsilon_i$ , принимающей значение 0 для коммутирующих переменных и 1 – для антикоммутирующих. Вакуумный функционал таких теорий представляется функциональным интегралом по полям  $\varphi^i$

$$Z = \int D\varphi \exp \left\{ \frac{i}{\hbar} (S(\varphi)) \right\}. \quad (1)$$

Рассмотрим суперсимметричные преобразования вида:

$$\varphi^i = \varphi^i + R^i(\varphi)\zeta, \quad (2)$$

где постоянный параметр  $\zeta$  обладает свойствами:  $\varepsilon(\zeta) = 1$ ,  $\zeta^2 = 0$ , а  $R^i$  являются генераторами суперсимметричных преобразований с Грассмановой четностью  $\varepsilon(R^i(\varphi)) = \varepsilon_i + 1$ . Будем полагать действие данной модели инвариантным при таких суперсимметричных преобразованиях, т.е.

$$S(\varphi) = S(\varphi'). \quad (3)$$

В силу нильпотентности параметра условие (3) равносильно

$$S_{,i}(\varphi)R^i(\varphi) = 0. \quad (4)$$

Введем оператор суперсимметричных преобразований  $\hat{s}$ , действующий на произвольный функционал  $X(\varphi)$ , по правилу:

$$\hat{s}X(\varphi) = \frac{\delta X(\varphi)}{\delta \varphi^i} R^i(\varphi) \quad (4)$$

и потребуем, чтобы он обладал свойством нильпотентности:  $\hat{s}^2 = 0$ . Условие нильпотентности оператора  $\hat{s}$ , имеет вид:

$$\begin{aligned} 0 &= \hat{s}^2 X(\varphi) = \hat{s}(\hat{s}X(\varphi)) = \frac{\delta(\hat{s}X(\varphi))}{\delta \varphi^i} R^i(\varphi) \\ &= \frac{\delta}{\delta \varphi^i} \left( \frac{\delta X(\varphi)}{\delta \varphi^j} R^j(\varphi) \right) R^i(\varphi) \\ &= \frac{\delta X(\varphi)}{\delta \varphi^j} \frac{\delta R^j(\varphi)}{\delta \varphi^i} R^i(\varphi) + \frac{\delta^2 X(\varphi)}{\delta \varphi^j \delta \varphi^i} R^j(\varphi) R^i(\varphi) (-1)^{\varepsilon_i(\varepsilon_j+1)} \\ &= (-1)^{\varepsilon_i} \frac{\delta^2 X(\varphi)}{\delta \varphi^i \delta \varphi^j} R^j(\varphi) R^i(\varphi) + \frac{\delta X(\varphi)}{\delta \varphi^j} \frac{\delta R^j(\varphi)}{\delta \varphi^i} R^i(\varphi). \end{aligned} \quad (6)$$

В полученной сумме первое слагаемое обращается в ноль в силу симметричных свойств, во втором слагаемом  $\frac{\delta X(\varphi)}{\delta \varphi^j} \neq 0$ .

Таким образом, свойство нильпотентности оператора  $\hat{s}$  можно переписать в виде:

$$\frac{\delta R^j(\phi)}{\delta \phi^i} R^i(\phi) = 0.$$

Сделаем замену переменных (2) в функциональном интеграле (1)

$$Z = \int D\phi \text{sDet } M(\phi) \exp \left\{ \frac{i}{\hbar} (S(\phi)) \right\},$$

где суперматрица Якобиана

$$M^i_j(\phi) = \frac{\delta \varphi^i(\phi)}{\delta \phi^j} = \delta^i_j + \frac{\delta R^i(\phi)}{\delta \phi^j} \xi (-1)^{\varepsilon_j}, \quad \varepsilon(M^i_j(\phi)) \varepsilon_i + \varepsilon_j. \quad (9)$$

Найдем Якобиан суперсимметричных преобразований (2)

$$\text{sDet } M(\varphi) = \exp \{ \text{sTr} \ln M(\varphi) \} \quad (10)$$

где

$$\begin{aligned} \text{sTr} \ln M(\phi) &= - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n} \text{sTr} (R^i_j(\phi) \xi (-1)^{\varepsilon_j})^n = R^i_i(\phi) \xi \\ &= \frac{\delta R^i(\phi)}{\delta \phi^i} \xi, \end{aligned} \quad (11)$$

a sDet и sTr обозначают функциональные супердетерминант и суперслед, соответственно. Тогда Якобиан рассматриваемых преобразований примет вид:

$$\text{sDet } M(\phi) = \exp \left\{ \frac{\delta R^i(\phi)}{\delta \phi^i} \xi \right\} = 1 + \frac{\delta R^i(\phi)}{\delta \phi^i} \xi. \quad (12)$$

В теориях Янга-Миллса дополнительно к условию нильпотентности (7) оператора в силу антисимметрии структурных констант имеет место соотношение:

$$\frac{\delta R^i(\phi)}{\delta \phi^i} = 0. \quad (13)$$

Для таких теорий Якобиан преобразований (12)

$$\text{sDet } M(\varphi) = 1 \quad (14)$$

и суперсимметричные преобразования (2) могут рассматриваться как тривиальные.

#### Литература

1. Vecchi C. Rouet A. and Stora R. // Commun Math. Phys.–1975.–V.42.– P.127.
2. Тютин И. В. // ФИАИ им. П. Н. Лебедева. – 1975. – препринт №39.
3. Lavrov P. M. and Lechtenfeld O. // Phys. Lett. B. – 2013. – V. 725. – P. 382.
4. Faddeev L.D. and Popov V. N. // Phys. Lett. B. – 1967. – V. 25–P. 29.

5. Catterall S. and Ghadab S. // JHEP. – 2004. – V. 0405. – P. 044.
6. Gribov V.N. // Nucl. Phys. B. – 1978. – V. 139. – P. 1.
7. DeWitt B.S. Dynamical theory of groups and fields. New-York: Gordon and Breach., 1965.

## **ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕСТОВ В ВУЗАХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН**

*Л. А. Жидова*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

На современном этапе развития общество предъявляет определённые требования к системе математических знаний, которые международная общественность считает необходимыми для формирования так называемого «человеческого капитала». Элементами общей человеческой культуры являются определённый объём математических знаний, владение характерными для математики методами и ее специфическим языком. Помимо этого, все большую актуальность приобретает проблема оценки качества обучения математике.

Одним из важнейших направлений модернизации системы образования является совершенствование контроля и управления качеством образования. Цель государственного контроля качества заключается в обеспечении стабильного соответствия качества образования потребностям человека, общества и государства.

Одним из способов контроля качества образования является тестовый контроль при изучении математических дисциплин.

Тестовый контроль – это оперативная проверка уровня знаний и качества их усвоения студентами.

Тест – это средство проверки, позволяющее определить реальное владение понятиями и способами деятельности при выполнении заданий.

Использование тестов для проверки знаний учащихся повышает их объективность, позволяет определить уровень самостоятельной работы. Это очень важная функция тестов, так как она позволяет повысить эффективность учебного процесса. Следовательно, работа с тестами помогает продуктивнее организовать учебный процесс.

Таким образом, использование преподавателем на занятиях тестовых заданий способствуют его творческому росту, так как требуют от него поиска новых подходов в обучении и особенно в индивидуальной работе.

Сформулированные определения позволяют сделать вывод о том, что использование тестов в учебном процессе выполняет две основные функции: управления и контроля. Поскольку позволяют выявить не только допущенные ошибки и способы их устранения, но и проверяют необходимое количество сформированных действий.

В связи с этим тесты можно условно разделить на два вида: диагностические и контролирующие.

Поскольку различные виды тестов выполняют разные функции, то и их разработка и применение в учебном процессе начинается, во-первых, с определения целей тестирования.

Далее, после определения целей тестирования преподаватель приступает к планированию содержания теста в соответствии с поставленными целями [1].

После проведения теста преподаватель приступает к обработке его результатов, поэтому необходима разработка критериев оценки результатов теста.

В тестах диагностического вида целесообразно применять следующие критерии:

- Задание теста выполнено полностью.
- Задание теста выполнено частично, допущены небольшие неточности или недочеты.
- При выполнении задания теста наблюдается правильная последовательность действий, но допущены грубые ошибки, указывающие на недостаточную его самостоятельную работу.
- Задание теста не выполнено, что свидетельствует об отсутствии знаний студента по теме.

Если более 70% учащихся не справились с тестом, то разработанный тест не способен реализовать намеченные цели. В этом случае необходим пересмотр заданий.

#### *Литература*

1. Аванесов В.С. Принципы разработки содержания теста // Управление школой. 1999. № 38. С. 9–10.
2. Майоров А.Н. Теория и практика создания тестов для системы образования. М., 2000. С. 52.

## ПРИМЕНЕНИЕ ОПЕРАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ К РЕШЕНИЮ УРАВНЕНИЙ

*И.Л. Михайлова*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: А. В. Тимошкин, к.ф.-м.н., доц.

*Операционное (символическое) исчисление* применяется для решения линейных обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений с частными производными, дифференциально-разностных уравнений и интегральных уравнений типа свёртки.

Начало развития операционного исчисления было уже в работах Лейбница (1646–1716), Л. Эйлера (1707–1783), Лагранжа (1736–1813), Лапласа (1749–1827), Фурье (1768–1830), Коши (1789–1857).



Леонард Эйлер  
(1707–1783)



Пьер Симон Лаплас  
(1749–1827)

Преобразование Лапласа  $F(p) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-pt} f(t) dt$  преобразовывает определенный класс *функций-оригиналов*  $f(t)$  действительного переменного  $t$  в *функции-изображения*  $F(p)$  комплексного переменного  $p$ . Преобразование  $F(p) = \int_a^b e^{-pt} f(t) dt$  впервые (1737) было введено Л. Эйлером. Лапласом были выяснены (1782) свойства этого преобразования, а также введены бесконечные пределы интегрирования, что сделало возможным применение преобразования Эйлера – Лапласа в приложениях.

Находить изображения «простых» функций можно по определению, вычисляя несобственный интеграл от произведения заданной функции-оригинала на экспоненту  $e^{-pt}$ . Чаще всего такой интеграл берут по частям или используют метод замены переменных. Изображения более сложных функций удобнее находить при помощи свойств преобразования Лапласа, которые существенно облегчают эту задачу.

Пользуясь свойствами преобразования Лапласа, рассмотрим примеры:

**Пример 1.**

Записать при помощи интеграла Дюамеля решение уравнения  $\ddot{x} - x = f(t)$  при нулевых начальных условиях.

Решение:

$$\ddot{x} - x = f(t), \quad x(0) = \dot{x}(0) = 0$$

Рассмотрим уравнение с единичной правой частью:

$$\dot{x}_1 - x_1 = 1, \quad x_1(t) \rightarrow X_1(p)$$

Операторное уравнение для него имеет вид:

$$\begin{aligned} X_1(p)p^2 - X_1(p) &= \frac{1}{p} \Rightarrow \\ \Rightarrow X_1(p) &= -\frac{1}{p} + \frac{p}{p^2 - 1} \end{aligned}$$

Находим оригиналы:

$$x_1(t) = -1 + cht, \quad x'_1(t) = sht$$

По формуле Дюамеля находим:

$$\begin{aligned} X(p) = p \cdot X_1(p) \cdot F(p) &\rightarrow x_1(0) \cdot f(t) + \int_0^t x'_1(\tau) \cdot f(t - \tau) d\tau \rightarrow \\ &\rightarrow x(t) = \int_0^t f(t - \tau) sht d\tau. \end{aligned}$$

**Пример 2.**

Найдите решение системы дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \dot{x} + x - y = e^t \\ \dot{y} + 3x - 2y = 2e^t \end{cases}$$

при начальных условиях  $x(0) = 1, y(0) = 1$ .

Пусть  $x(t) \rightarrow X(p)$  и  $y(t) \rightarrow Y(p)$

Система операторных уравнений имеет вид:

$$\begin{cases} (p + 1)X(p) - Y(p) = \frac{1}{p - 1} + 1, \\ 3X(p) + (p - 2)Y(p) = \frac{2}{p - 1} + 1. \end{cases}$$

Решая систему, находим

$$X(p) = \frac{1}{p-1}, \quad Y(p) = \frac{1}{p-1}$$

и, возвращаясь к оригиналам, получим:

$$x(t) = e^t, \quad y(t) = e^t.$$

Операционный метод в равной мере применим и для решения систем уравнений с производными высших порядков.

Возможно применение операционного исчисления к решению уравнений в частных производных, специальным функциям, интегралам Френеля и другие.

### *Литература*

1. Свешников, А.Г., Тихонов, А.Н. Теория функций комплексной переменной: Учеб.: Для вузов. 6-е изд., стереот. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. 336 с. (Курс высшей математики и математической физики). (Вып. 5).
2. Старков, В.Н. Операционное исчисление и его применения. СПб.: С.-Петербург. ун-т, 2000. 65 с.
3. Александров, И.А. Операционное исчисление и его применения: учебное пособие. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2013. 144 с.
4. Эйдерман, В.Я. Основы теории функций комплексного переменного и операционного исчисления. М.: Физматлит, 2002. 256 с.

## **ГИПЕРБОЛИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ**

*К. С. Хоменко*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: О. В. Радченко, к.ф.-м.н.,  
доцент кафедры математического анализа ТГПУ

Наряду с отдельными показательными функциями в математике и её приложениях находят применение различные комбинации показательных функций, среди которых особое значение имеют некоторые линейные и дробно-линейные комбинации функций и, так называемые, гиперболические функции.

Винсент Риккати (11 января 1707, Капель-Франко – 17 января 1775, Тревизо) – итальянский математик, иностранный почётный член Петербургской Академии Наук с 17 января 1760 года. Известен как создатель гиперболических функций. Он получил их из рассмотрения единичной гиперболы:  $x^2 - y^2 = 1$ .

Современная математика рассматривает гиперболические функции как пары экспоненциальной функции, но Риккати

исследовал их свойства, используя только геометрические свойства гиперболы. Он использовал геометрические методы, хотя он был знаком с работами Эйлера, предшествующие выходу книги Риккати.

Над гиперболическими функциями В. Риккати работал вместе с Джироламо Саладини. Риккати не только рассмотрел эти новые функции, но и на основе связанных с ними интегральных формул и с помощью геометрических методов получил интегральную формулу для тригонометрических функций. Его книга «Institutiones» признана как первый обширный трактат по интегральному исчислению.

Гиперболические функции – семейство элементарных функций, выражающихся через экспоненту и тесно связанных с тригонометрическими функциями.

$$shx = \frac{e^x - e^{-x}}{2}; chx = \frac{e^x + e^{-x}}{2}; thx = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}; cthx = \frac{e^x + e^{-x}}{e^x - e^{-x}};$$

Гиперболический синус  $sh x$ , косинус  $ch x$  (рис. 1, 2) и тангенс  $th x$  (рис. 3) определены и непрерывны на множестве  $R$ , где  $R$  – множество действительных чисел, а функция гиперболический котангенс  $cth x$  (рис. 3) определена и непрерывна на множестве  $R$  с выколотой точкой  $x = 0$ .

Гиперболический синус – нечетная функция ( $sh(-x) = -shx$ ), причем  $sh x = 0$  при  $x = 0$ ,  $sh x > 0$  при  $x > 0$ ,  $sh x < 0$  при  $x < 0$ . Область значения равна  $R$ .

Гиперболический косинус – функция четная:  $ch(-x) = chx$ , в точке  $x = 0$  принимает наименьшее значение. Область значения равна множеству  $R$ .

При  $x \rightarrow +\infty$  функции  $sh x$  и  $ch x$  очень быстро возрастают.

Гиперболический тангенс: область значения равна:  $[-1; 1]$ -функция нечетная, т.е.  $th(-x) = -thx$ , и строго возрастает.

Гиперболический котангенс: область значения равна множеству  $R$ , исключая промежуток  $[-1; 1]$ . Функция нечетная  $cth(-x) = -cthx$ , убывает на промежутках  $(-\infty; 0) \cup (0; +\infty)$ .

Название «гиперболические функции» объясняется тем, что их можно рассматривать как параметрические решения уравнения гиперболы:  $x^2 - y^2 = 1$ , которые имеют вид:  $\begin{cases} x = cht, \\ y = shxt; \end{cases} t \in R$ .

Для гиперболических функций справедливы следующие тождества:



$$\begin{aligned}
ch^2x - sh^2x &= 1; & (sh\ x)' &= ch\ x & \int ch\ x dx &= sh\ x + c \\
sh\ x + chx &= e^x; & (ch\ x)' &= sh\ x & \int sh\ x dx &= ch\ x + c \\
ch2x &= 1 + 2sh^2x; & (th\ x)' &= \frac{1}{ch^2x} & \int \frac{dx}{ch^2x} &= th\ x + c \\
sh2x &= 2shx \cdot chx; & & & \int \frac{dx}{sh^2x} &= -cth\ x + c \\
1 - th^2x &= \frac{1}{ch^2x}; & (cth\ x)' &= -\frac{1}{sh^2x} & & \\
cth^2x - 1 &= \frac{1}{sh^2x},\ x \neq 0; & (arsh\ x)' &= \frac{1}{\sqrt{1+x^2}} & & \\
ch^2x &= \frac{ch2x+1}{2}; & (arch\ x)' &= \frac{1}{\sqrt{x^2-1}} & & \\
sh^2x &= \frac{chx-1}{2}; & (archth\ x)' &= \frac{1}{1-x^2} & & \\
th^2x &= \frac{2thx}{1+th^2x}. & (arth\ x)' &= \frac{1}{1-x^2} & &
\end{aligned}$$

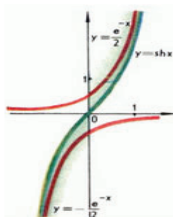


Рис. 1

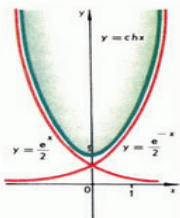


Рис. 2

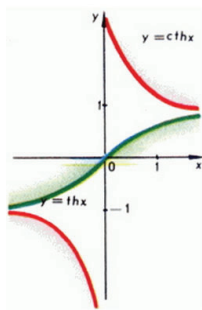


Рис. 3

Для рассмотренных гиперболических функций существуют обратные, которые обозначаются через  $\operatorname{arsh} x$ ,  $\operatorname{arth} x$ ,  $\operatorname{arch} x$ ,  $\operatorname{arch} x$ .

Рассмотрим функцию, обратную к функции  $\operatorname{sh} x$ , т.е. функцию  $\operatorname{arsh} x$  («ареасинус»). Выразим её через элементарные, решая уравнение  $\operatorname{sh} x = \frac{e^x - e^{-x}}{2} = y$ , получаем  $e^x = y \pm \sqrt{1 + y^2}$ , так как  $e^x > 0$ , то берём это уравнение с положительным знаком. Выражая  $x$ , получим:  $x = \ln(y + \sqrt{1 + y^2})$ . Таким образом,  $\operatorname{arsh} x = \ln(x + \sqrt{1 + x^2})$ ,  $x \in \mathbb{R}$ .

Функции  $\operatorname{arsh} x$  (рис. 4) нечётная, строго возрастает. Область определения и значения равны множеству  $\mathbb{R}$ .

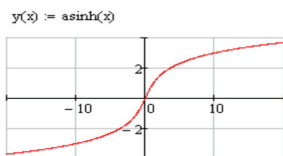


Рис. 4

Аналогично для  $\operatorname{arch} x$  получаем:  $\operatorname{arch} x = \ln(x + \sqrt{x^2 - 1})$ ,  $x \geq 1$ .

Функция  $\operatorname{arch} x$  (рис. 5) чётная, строго возрастает. Область определения равна  $[-1; +\infty)$ , область значения  $[0; +\infty)$ .

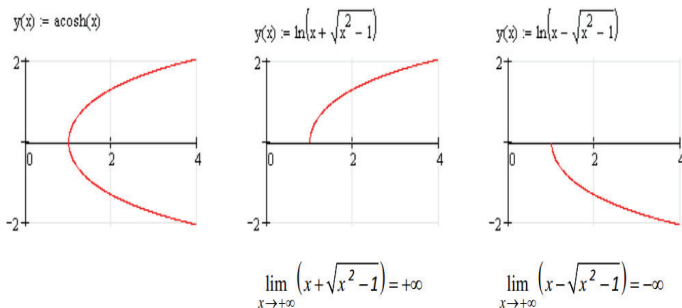


Рис. 5

Для  $\operatorname{arth} x$ :  $\operatorname{arth} x: e^x = \pm \frac{1+y}{1-y} \rightarrow \operatorname{arth} x = \frac{1}{2} \ln\left(\frac{1+x}{1-x}\right)$ ,  $|x| < 1$ .

Функция  $\operatorname{arth} x$  (рис. 6) нечётная, строго возрастает. Область определения  $(-1; 1)$ , область значения  $\mathbb{R}$ .

Для  $\operatorname{arcthx}$ :  $e^x = \pm \sqrt{\frac{y+1}{y-1}} \rightarrow \operatorname{arcthx} = \frac{1}{2} \ln\left(\frac{x+1}{x-1}\right)$ ,  $|x| > 1$ .

Функция  $\operatorname{arcth} x$  (рис. 7) нечётная, строго убывает на интервалах:  $(-\infty; -1) \cup (1; +\infty)$ . Область определения равна  $\mathbb{R} \setminus [-1; 1]$ , область значения  $\mathbb{R} \setminus \{0\}$ .

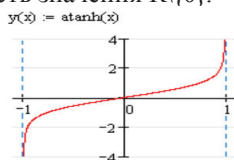


Рис. 6

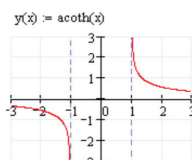


Рис. 7

Гиперболические функции находят применение в электротехнике, строительной механике, сопротивлении материалов и др. С помощью гиперболических функций описывается, например, прогиб каната (цепи, проволоки, веревки); такая кривая называется цепной линией. Гиперболические функции применяются в теории относительности.

Из «Начал» Евклида к нам пришла геометрическая задача «о делении отрезка в крайнем и среднем отношении». В современной науке эта задача известна как задача о «золотом сечении» геометрического отрезка.

С золотой пропорцией тесно связаны две числовые последовательности – числа Фибоначчи.

$$F_n = \{1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, \dots\} \quad (1)$$

которые задаются рекуррентным соотношением:

$$F_n = F_{n-1} + F_{n-2} \quad (2)$$

и числа Люка

$$L_n = \{1, 3, 4, 7, 11, 18, 29, 47, 76, \dots\}, \quad (3)$$

которые задаются рекуррентным соотношением

$$L_n = L_{n-1} + L_{n-2} \quad (4)$$

Числа Фибоначчи и Люка могут быть расширены в сторону отрицательных значений индекса  $n$ . Пожалуй, наиболее важным результатом «Теории чисел Фибоначчи» являются формулы, выведенные в XIX в. известным французским математиком Бине. Эти формулы, называемые формулами Бине, связывают числа Фибоначчи  $F_n$  и числа Люка  $L_n$  с золотой пропорцией и описывают, так называемые гиперболические синус и косинус Фибоначчи:

$$sF(x) = \frac{\tau^{2x} - \tau^{-2x}}{\sqrt{5}}; \quad cF(x) = \frac{\tau^{2x+1} + \tau^{-(2x+1)}}{\sqrt{5}};$$

и гиперболические синус и косинус Люка:

$$sL(x) = \tau^{2x+1} - \tau^{-(2x+1)}; \quad cL(x) = \tau^{2x} - \tau^{-2x}, \quad \text{где } \tau = \frac{1+\sqrt{5}}{2}.$$

Первым важным следствием введения таких функций является осознание того, что классические гиперболические функции, которые использовались в математике и теоретической физике не являются единственной математической моделью «гиперболических миров». В природе наблюдается и другая гиперболическая геометрия, основанная на гиперболических функциях Фибоначчи и Люка. Гиперболические функции Фибоначчи и Люка, лежащие в основе явления филлотаксиса, отражают важнейшую математическую закономерность, лежащую в основе геометрии живой природы. В заключение хотелось бы обратить внимание на следующее странное обстоятельство: в течение многих столетий математики и физики-теоретики не уделяли должного внимания развитию математического аппарата для моделирования «золотого» гиперболического мира, который существует в реальной действительности. Однако, в конце 20-го столетия отношение к Золотому Сечению и числам Фибоначчи в современной теоретической физике начинает быстро изменяться. Работы Бутусова, Шехтмана, Маулдина, Вильяма, Ель Нашие, Владимирова являются свидетельством повышенного интереса к Золотому Сечению и числам Фибоначчи со стороны физиков-теоретиков, и других показывают, что невозможно вообразить дальнейшее развитие физических и космологических исследований без «Золотого Сечения».

#### *Литература*

1. Бесов О.В. Методические указания по математическому анализу. Курс лекций по математическому анализу (для студентов 1-го курса). М.: МФТИ, 2004.
2. Стахов А.П. Формулы Газале, новый класс гиперболических функций Фибоначчи и Люка и усовершенствованный метод «золотой» криптографии // «Академия Тринитаризма», 2006.
3. Стахов А.П., Ткаченко И.С. Гиперболическая тригонометрия Фибоначчи. Доклады Академии наук УССР, том 208, № 7, 1993.

# ЭЛЕМЕНТАРНАЯ МАТЕМАТИКА

---

## СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХ ЧИСЕЛ

*В. Н. Галинова*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: Ю. А. Шайдо, к.ф.-м.н.,  
доцент кафедры МТИМОМ

Если проследить историю возникновения и развития знаний человечества о числе, то выявится довольно парадоксальный факт – на протяжении почти всей своей многовековой истории человечество использовало на практике и пристально изучало исключительно малую долю всего множества живущих в природе чисел. Люди долгое время совершенно не подозревали о существовании, как выяснилось впоследствии, подавляющего большинства действительных чисел, наделенных удивительными и загадочными свойствами и называемых теперь трансцендентными. Возникает вопрос: какое число называется трансцендентным? Итак, трансцендентное число – это число, не удовлетворяющее никакому алгебраическому уравнению с целыми коэффициентами.

Впервые существование трансцендентных чисел установил французский математик Жозеф Лиувилль (1809–1882). Отправной точкой для Лиувилля служила его теорема, согласно которой порядок приближения рациональной дроби с данным знаменателем к данному иррациональному алгебраическому числу не может быть произвольно высоким.

Другое доказательство существования трансцендентных чисел дал немецкий математик Георг Кантор (1845–1918), заметив, что множество всех алгебраических чисел счётно (то есть все алгебраические числа могут быть перенумерованы), тогда как множество всех действительных чисел несчётно. Отсюда следовало, что множество трансцендентных чисел несчётно, и далее, что трансцендентные числа составляют основную массу среди множества всех чисел.

Важнейшая задача теории трансцендентных чисел – это выяснение того, являются ли трансцендентными числами значения аналитических функций, обладающих теми или иными арифметическими и аналитическими свойствами при алгебраических значениях аргумента. Задачи этого рода принадлежат к числу труднейших задач современной математики.

Французский математик Шарль Эрмит (1822–1901) доказал, что неперово число (основание натурального логарифма) является трансцендентным. Доказательство основано на одном тождестве для функции  $e^x$  [1]. Потому что только функция  $e^x$  не изменяется при любом числе дифференцирований и интегрирований. И, следовательно, после подстановки в исходное уравнение только решение с основанием  $e$  даст тождество, как и надлежит правильному решению.

В 1882 году немецкий математик Фердинанд фон Линдеман (1852–1939) доказал, что число  $\pi$  – трансцендентное, т.е. не может удовлетворять никакому алгебраическому уравнению с целыми коэффициентами. Доказательство упростил Феликс Клейн в 1894 г. Поскольку в евклидовой геометрии площадь круга и длина окружности являются функциями числа  $\pi$ , то доказательство его трансцендентности закрыло проблему о квадратуре круга, которая бросала вызов человечеству более двух с половиной тысяч лет [3]. (Квадратура круга – задача, заключающаяся в нахождении способа построения с помощью циркуля и линейки квадрата, равновеликого по площади данному кругу.)

В 1900 году на математическом конгрессе в Париже немецкий математик Давид Гильберт (1862–1943) среди 23 нерешенных проблем математики указал на следующую: является ли трансцендентным числом  $a^b$ , где  $a$  и  $b$  – алгебраические числа, причём  $b$  – иррациональное число, и, в частности, является ли трансцендентным число  $2^{\sqrt{2}}$ . Полное решение этой проблемы удалось получить лишь в 1934 году советскому математику Александру Осиповичу Гельфонду (1906–1968). Из открытия Гельфонда, в частности, следует, что все десятичные логарифмы натуральных чисел (то есть «табличные логарифмы») есть трансцендентные числа [1].

В 1934 г. А.О. Гельфонд доказал трансцендентность числа  $e^\pi$ , а в 1966 Юрий Нестеренко доказал, что для произвольно-

го натурального числа  $n$  числа  $\pi$  и  $e^{\pi^{1/n}}$  являются алгебраически независимыми (отсюда, в частности, следует трансцендентность чисел  $\pi+e^\pi$ ,  $\pi e^\pi$  и  $e^{\pi^{1/n}}$ ) [3].

Помимо того, что Лиувилль установил существование трансцендентных чисел, он так же доказал теорему, позволяющую построить такие числа. А именно, трансцендентное число можно получить из всякой бесконечной дроби, у которой не все цифры, начиная с некоторой, нули, по следующему способу: нужно  $k$ -ю цифру после запятой поставить на место с номером  $k!$ , а остальные места заполнить нулями.

Например, из числа  $0,314159\dots$  получается такое трансцендентное число:  $0,3100040\dots 010\dots 050\dots$  (у 4 – шестое место, у 1 – двадцать четвертое место, у 5 – сто двадцатое место) [2].

Более подробное представление о числах  $e$  и  $\pi$ , доказательство их трансцендентности; примеры использования результата седьмой проблемы Гильберта; а так же доказательство теоремы Лиувилля, позволяющей строить трансцендентные числа Вы можете рассмотреть в моей курсовой работе «Свойства и применение трансцендентных чисел».

#### *Литература*

1. Гельфонд, А.О. Трансцендентные и алгебраические числа. – М.: ГИТТЛ, 1952. – 224 с.
2. Хапланов, М. Трансцендентные числа // Квант. – 1976. – №1. – С. 24–27.
3. Шмыгевский, Н.В. История и проблемы числа  $\pi$  // Математика. Все для учителя! – 2012. – №7. – С. 27–32.

## **ЭЛЕМЕНТАРНАЯ МАТЕМАТИКА ГЛАЗАМИ ШКОЛЬНИКА И СТУДЕНТА**

*В. Н. Галинова*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Научный руководитель: Ю. А. Шайдо, к.ф.-м.н.,  
доцент кафедры МТИМОМ*

Чтобы рассуждать на данную тему, прежде всего, необходимо ответить на вопрос: что такое «элементарная математика»? Оказывается, что слово «элементарный» в различных словарях имеет неоднозначное толкование. В русскоязычных словарях

основной акцент при толковании этого слова состоит в том, что под «элементарным» понимается нечто простейшее, известное каждому, поверхностное, упрощенное. Однако в словарях иностранных слов смысл этого понятия трактуется по-другому. Элементарный – это первоначальный, основной, фундаментальный. Такой смысл этого слова наиболее ярко проявляется в таком физическом понятии, как «элементарные частицы».

Имеются ли подобные понятия в математике? Безусловно, имеются. Например, понятие иррационального числа может быть отнесено к разряду таких «элементарных», то есть, фундаментальных понятий математики. Это же относится и к понятию натурального числа. Эти два «элементарных» понятия и являются тем фундаментом, на котором стоит вся математика, как высшая, так и элементарная.

Из проведенных рассуждений вытекает, что «элементарная математика» – это та часть математики, которая содержит первоначальные, основные, фундаментальные понятия, лежащие в основе высшей математики, которая является развитием «элементарной математики». В «элементарной математике» содержатся наиболее стабильные математические знания, которые проверены человеческой практикой в процессе развития математики и которые лежат в основе математического образования [3].

С давних пор в странах европейской культуры элементарная математика составляет необходимую часть общего образования. В начальной школе все дети учат арифметику. Это, конечно, простая форма математики, но в ней скрыты большие возможности. Например, сложение целых чисел может подсказать решение проблемы отыскания суммы  $1 + 2 + 3 + \dots + 100$ . Карл Гаусс (немецкий математик, механик, физик и астроном), один из величайших математиков мира, будучи ребёнком, открыл метод отыскания этой суммы, который, действительно, употребляется при суммировании арифметической прогрессии. В средней школе изучают алгебру, геометрию и тригонометрию; в двадцатом столетии к этому нередко добавляются начала дифференциального и интегрального исчисления, теории вероятностей.

Иногда учебники математики, даже весьма старые, попавшись случайно на глаза школьнику, могут заразить его



желанием изучить предмет подробнее. Необъяснимо, почему книга может так привлечь ребёнка, произвести на него такое сильное впечатление и оказать воздействие на его развитие. Его увлечение возрастает, когда ему удаётся понять содержание книги, несмотря на все трудности, и успех окрыляет его на дальнейшие попытки. Часто он быстро решает задачу, которая требует у его школьных друзей много времени и усилий или вообще не поддаётся им. Он начинает понимать красоту математики всё больше и больше, его интерес растёт, и вскоре ему открывается огромное разнообразие математики. Дальше он уже не может противостоять своему влечению и делает математику своим главным занятием.

Его решение крепнет после успешной сдачи экзаменов. Однако некоторые великие математики, например Галуа (французский математик, основатель современной высшей алгебры) и Эрмит (французский математик), не блистали на экзаменах. С другой стороны, по прекрасным экзаменационным оценкам не всегда можно предсказать блестящее математическое будущее. Бывает, что тот, кто подавал большие надежды в школе, оказывается беспомощным, когда перед ним встают серьёзные и творческие проблемы. Некоторые при этом осознают, что математика – не их стихия.

Но никто не пойдёт далеко в математике и не станет настоящим математиком, если не обладает некоторыми необходимыми качествами. В нём должны жить Вера, Надежда и Любопытство, и самое важное из этих качеств – Любопытство. Он должен постоянно спрашивать себя – почему, как и когда, и это должно быть главной пружиной, которая двигает им. Он должен верить в свои способности, в свою силу и надеяться на успех [1].

Уже говорили, что ребёнок, начав изучать математику в школе, может серьёзно увлечься ей. Поэтому не удивительно, что математики часто созревают как исследователи гораздо раньше, чем представители других наук, и делают великие открытия в возрасте до двадцати лет или, не достигнув тридцати. Говорят, что в этом возрасте они делают свои лучшие работы, и поэтому математику называют «забавой молодых».

Студент – вчерашний школьник получает возможность на базе школьного знания приобщиться к познавательной деятельности, к творческому восприятию окружающего мира,

если общение преподавателя с первокурсниками происходит на хорошо знакомом материале, путем углубленного его рассмотрения. На занятиях по элементарной математике студенты учатся при решении задач проводить структурный анализ информации, систематизируют и обобщают имеющиеся знания, полученные в школе. Здесь происходит совместное решение учебных задач и задач профессиональной подготовки, когда выполняются задания и реализуется учебная деятельность, формирующие приемы будущей учительской деятельности.

Актуальность дисциплины «Элементарная математика» обусловлена необходимостью сообщения студенту основных сведений из теории множеств, математической логики, комбинаторики, без знания которых практически невозможно изучение всех математических дисциплин. Изложение теоретического материала предполагает тесную связь со многими дисциплинами математического цикла: алгебра, геометрия, теория чисел, математический анализ, математическая логика, дискретная математика и др [2].

Основной целью данного курса является закрепление у студентов знаний по элементарной (школьной) математике, выработка практических навыков решения задач, воспитание у студентов культуры мышления и доказательства математических утверждений, развитие математической культуры и интуиции.

Изучение таких разделов, как элементы математической логики; множества и элементы комбинаторики; соответствия и отношения; операции на множествах и их свойства, позволяет систематизировать и обобщить все знания студентов по школьному курсу математики и заложить основы для дальнейшего освоения математических дисциплин, предусмотренных государственным стандартом, в процессе освоения теоретического материала и решения различного типа задач [2].

Помимо работы с преподавателем, необходима самостоятельная работа, поскольку она позволяет целенаправленно формировать и развивать самостоятельность студентов как необходимое личностное качество при выполнении различных видов заданий, упражнений, а также в процессе изучения учебного материала дисциплины.

Самостоятельная работа включает в себя повторение содержания школьного курса математики; изучение нового теоретического материала из основной и дополнительной литературы; изучение сведений из истории развития математической науки; проведение проектных исследований; выполнение индивидуальных заданий и подготовка к практическим занятиям и зачету.

В конечном итоге, после изучения курса «Элементарная математика» мы, студенты, должны упорядочить, систематизировать, доработать и качественно переосмыслить свои знания по школьному курсу математики; овладеть понятиями и методами современной математической науки; приобрести опыт исследования фундаментальных понятий в процессе решения задач смежных дисциплин (алгебры, геометрии, математического анализа, теории вероятностей и др.).

#### *Литература*

1. Морделл, Л. Размышления математика (Перевод с англ. В.Н. Тростникова). – М.: «Знание», 1971. – 32 с.
2. Пуркина, В.Ф. Элементарная математика (вводный курс в математику): учебно-методический комплекс (для студентов-бакалавров, обучающихся по направлению 010100 Математика) / В.Ф. Пуркина, Е.В. Кайгородов. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2010. – 80 с.
3. Стахов, А.П. Взгляд на «Математику Гармонии» сквозь призму «Элементарной математики» // «Академия Тринитаризма». – М., Эл № 77-6567, публ.16243, 23.12.2010.

## **СИММЕТРИЧЕСКИЕ МНОГОЧЛЕНЫ**

*Т. В. Ечина*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Научный руководитель: Ю.А. Шайдо, к.ф.-м.н., доц.*

Каждый человек, исходя из своего житейского опыта, имеет хоть какое-то представление о симметрии, так как это одно из самых распространенных явлений в природе, искусстве, науке. Но обычно мы под симметрией понимаем зеркальную симметрию (когда одна половина предмета зеркально-симметрична другой), центральную симметрию (фигуры, симметричные относительно какой-либо точки называются центрально-симметричными фигурами).

В большинстве случаев симметрия является очевидной. Например, любой школьник, рассматривая равносторонний треугольник, может показать, почему эта фигура симметрична, и для подтверждения своей мысли может предложить несколько преобразований, в результате чего, треугольник не изменит своего вида. В действительности же понятие симметрия шире, и под ней понимается неизменность при какой-либо операции не только предметов, но и физических явлений, математических формул, уравнений и т. д. [1] Сегодня мы рассмотрим, как описываются многочлены с данным типом симметрии, и объясним, для чего это может понадобиться. [2]

Итак, **определение:** Многочлены, в которые  $x$  и  $y$  входят одинаковым образом, называются симметрическими. Точнее говоря: многочлен от  $x$  и  $y$  называется симметрическим, если он не изменяется при замене  $x$  на  $y$ , а  $y$  на  $x$ . [3]

Например, многочлен  $x^2y + xy^2$  – симметрический. А многочлен  $x^3 - 3y^2$  не будет являться симметрическим так как, при замене  $x$  на  $y$ , а  $y$  на  $x$  он превращается в многочлен  $y^3 - 3x^2$ , который не совпадает с первоначальным.

Приведем важнейшие примеры симметрических многочленов. Как известно из арифметики, сумма двух чисел не меняется при перестановке слагаемых, т.е.  $x + y = y + x$ , для любых  $x$  и  $y$ . Точно также из закона коммутативности умножения  $xy = yx$ .

Введем обозначения  $\sigma_1 = x + y$  и  $\sigma_2 = xy$ , и назовем  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  элементарными симметрическими многочленами от  $x$  и  $y$ .

Справедлива следующая теорема:

**Теорема:** любой симметрический многочлен от  $x$  и  $y$  можно представить в виде многочленов  $\sigma_1 = x + y$  и  $\sigma_2 = xy$ .

Кроме  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ , встречаются также так называемые степенные суммы, т.е. многочлены  $x^2 + y^2$ ,  $x^3 + y^3$ , ...,  $x^n + y^n$ , ... Принято обозначать многочлен  $x^n + y^n$  через  $s_n$ . Таким образом:

$$\begin{aligned} s_1 &= x + y, \\ s_2 &= x^2 + y^2, \\ s_3 &= x^3 + y^3, \\ &\dots\dots\dots \\ s_n &= x^n + y^n. [3] \end{aligned}$$

Для степенных сумм справедлива следующая теорема:

**Теорема:** Каждую степенную сумму  $s_n = x^n + y^n$  можно представить в виде многочлена от  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ .

Обобщение определения симметрических многочленов от  $n$  переменных осуществляется естественным путем. Например, симметрический многочлен от трех переменных, который не меняется при перестановке любых двух переменных, а элементарными симметрическими многочленами будут:  $\sigma_1 = x + y + z$ ,  $\sigma_2 = xy + yz + xz$  и  $\sigma_3 = xyz$ .

Справедлива следующая теорема:

**Теорема:** Всякий симметрический многочлен от  $n$  переменных можно представить в виде многочлена от элементарных симметрических многочленов, и это представление единственно.

Чтобы найти выражение симметрического многочлена через элементарные, необходимо разбить многочлен с одной степенью по совокупности переменных, выразить каждую однородную часть через элементарные симметрические многочлены.

Возникает вопрос, является ли прием построения симметрических многочленов (путем введения  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ ) – общим, т.е. можно ли с его помощью получить любой симметрический многочлен?

Оказывается рассмотрение примера делает это предложение вероятным.

**Пример:**  $P(x; y) = 2x^4 - 3x^3y + 5x^2y^2 - 3xy^3 + 2y^4$ .

Сначала сгруппируем симметричные друг другу слагаемые и вынесем за скобки общие множители. Получим:

$$P(x; y) = 2(x^4 + y^4) - 3xy(x^2 + y^2) + 5x^2y^2.$$

Так как  $\sigma_1 = x + y$  и  $\sigma_2 = xy$ , получаем:

$$P(x; y) = 2(x^4 + y^4) - 3\sigma_2(x^2 + y^2) + 5\sigma_2^2.$$

Выразим  $x^2 + y^2$  и  $x^4 + y^4$  через элементарные симметрические многочлены  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ .

$$x^2 + y^2 = x^2 + 2xy + y^2 - 2xy = (x + y)^2 - 2xy = \sigma_1^2 - 2\sigma_2$$

$$x^4 + y^4 = (x^2)^2 + (y^2)^2 = (x^4 + 2x^2y^2 + y^4) - 2x^2y^2 = (x^2 + y^2)^2 + 2x^2y^2 = ((x^2 + 2xy + y^2) - 2xy)^2 + 2x^2y^2 = (\sigma_1^2 - 2\sigma_2)^2 - 2\sigma_2^2 = \sigma_1^4 - 4\sigma_1^2\sigma_2 + 4\sigma_2^2 - 2\sigma_2^2 = \sigma_1^4 - 4\sigma_1^2\sigma_2 + 2\sigma_2^2.$$

Таким образом, мы получаем, что любой симметрический многочлен от двух переменных  $x$  и  $y$  можно представить в виде многочлена от  $\sigma_1 = x + y$  и  $\sigma_2 = xy$ .

Симметрические многочлены используются также при доказательстве неравенств, при решении иррациональных уравнений, при разложении многочленов на множители и при решении некоторых других задач.

Одним из самых сложных для школьников разделов алгебры является решение систем уравнений высших степеней. Наиболее общим способом решения систем является метод исключения неизвестных.

Метод исключения неизвестных является весьма общим. Теоритически из любой системы двух алгебраических уравнений с двумя неизвестными можно, исключая одно неизвестное, получить уравнение относительно второго неизвестного. Однако, не всегда процесс исключения является столь простым. Наибольшим же неудобством метода исключения является то, то он часто приводит к уравнению очень высокой степени.

Сегодня мы рассмотрим другой метод решения систем уравнений высших степеней. Он не столь универсален, как метод исключения, т.к. может быть применен не ко всякой системе. Однако этот метод применим к большинству систем, с которыми сталкивается школьник, приводит не к повышению, а к понижению степени уравнения.

Метод, о котором идет речь, основан на использовании теории так называемых симметрических многочленов. С помощью этой теории решение систем заметно упрощается и, что самое главное, приводиться стандартный прием. [3]

В качестве примера рассмотрим решение следующей системы уравнений с помощью симметрических многочленов:

$$\begin{cases} x^4 + x^2y^2 + y^4 = 91, \\ x^2 - xy + y^2 = 7. \end{cases} \quad (1)$$

Используя элементарные многочлены  $\sigma_1 = x + y$  и  $\sigma_2 = xy$ , эту систему можно переписать в виде:

$$\begin{cases} \sigma_1^4 - 4\sigma_1^2\sigma_2 + 3\sigma_2^2 = 91, \\ \sigma_1^2 - 3\sigma_2 = 7. \end{cases}$$

Подставляя  $\sigma_1^2$  из второго уравнения в первое, находим  $\sigma_2 = 3$ , а из второго  $\sigma_1^2 = 16$ .

Таким образом, решение системы уравнений (1) свелось к решению двух простейших систем

$$\begin{cases} x + y = 4 \\ xy = 3 \end{cases} \quad \begin{cases} x + y = -4 \\ xy = 3 \end{cases}$$

Таким образом, можно заметить, что решения систем уравнений высших степеней с помощью теории симметрических многочленов является весьма простым и облегчает решение.

Как вы убедились, с помощью теории симметрических многочленов, решение некоторых задач заметно упрощается и, что самое главное, проводится стандартным приемом.

### *Литература*

1. Кудряшов, Н.А. Симметрия алгебраических и дифференциальных уравнений / Н. А. Кудряшов. – Соросовский образовательный журнал, 1998.
2. Винберг, Э.Б. Симметрия многочленов / Э. Б. Винберг. – Москва: МЦНМО, 2001. – 24 с.
3. Болтянский, В.Г. Симметрия в алгебре / В.Г.Болтянский, Н.Я. Виленкин. – Москва : МЦНМО2002 г. – 240 с.

## **ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ СИММЕТРИИ**

*Т. В. Ечина*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Научный руководитель: Ю.А. Шайдо, к.ф.-м.н., доц.*

Когда-то гармония мира ассоциировалась у человечества с симметрией. Древние греки, больше всего в жизни, ценившие прекрасное, придавали ей исключительное значение. Считая красоту критерием истины, они ощущали в симметрии некий скрытый смысл, воспринимали ее как начало, определяющее свойства мира. Однако, в дальнейшем красота стала менее значимой, играя важную роль только у художников и поэтов. А, следовательно, пропал и интерес к геометрии.

Но менялись эпохи, и стало понятно, что свойства мира действительно в большей степени определяются его симметрией.

Возникает вопрос, а что же такое симметрия? Давайте рассмотрим на простом примере. Скажем, вы держите в руках какое-то тело и вертите его и так и эдак. И вдруг замечаете, что при каком-то повороте тело совмещается само с собой. Вот тогда и говорят, что тело симметрично относительно этого поворота. Сам поворот называют операцией (или преобразованием) симметрии, а ось, вокруг которой совершается такой поворот, – осью симметрии.

Возьмем, например, кубик. Ясно, что если повернуть его на  $90^\circ$  вокруг любой из трех осей, проходящих через центры противоположных граней, то кубик совместится сам с собой. Это – оси симметрии. Их называют осями симметрии

четвертого порядка. Название возникло из-за того, что для поворота на  $360^\circ$  нужно совершить четыре последовательных поворота на  $90^\circ$ . Почему сравнивают с поворотом на  $360^\circ$ ? Да просто по тому, что поворот любого тела на  $360^\circ$  эквивалентен тому, что мы вообще его не трогали. Это так называемая тождественная операция.

Существует ли в природе какие-либо другие, отличные от пространственных поворотов, операции симметрии? Да, существует, и их довольно таки много. Но если иметь в виду отдельно взятое тело, то есть еще лишь одна операция симметрии – зеркальное отражение плоскости. (И, разумеется, всевозможные комбинации поворотов и окружностей.)

Оси вращения и плоскости отражения называют элементами симметрии тела. Чем больше у тела элементов симметрии, тем оно симметричнее и, соответственно, проще. Давайте сравним, например, футбольный мяч (любая прямая, проведенная через его центр, – ось симметрии бесконечного порядка) с мячом для регби. С более симметричным телом в определенном смысле иметь дело гораздо проще, всяческие сюрпризы при этом менее вероятны. [1]

Рассмотрим симметрию в геометрии.

Выяснилось, что учение о геометрической симметрии позволяет получить в виде тех или иных симметрий множество самых различных геометрий – Евклида, Лобачевского, Римана, Клейна, Вейля, Картана, Скоутена, Бахмана и др. Одновременно оно дает в руки геометров мощный метод изучения пространства, позволяет обнаружить единство, стандарт в самых различных геометриях. Тем самым это учение – среди многих конкурирующих – оказалось наиболее глубокой и развитой теорией о геометрии и пространстве вообще. [2]

Существует три основных вида геометрической симметрии (иначе говоря, симметрии положений): зеркальная, поворотная, переносная (трансляционная).

Рассмотрим сначала зеркальную и поворотную симметрии.

Говорят, что объект обладает зеркальной симметрией, если его можно представить в виде двух «половинок», являющихся зеркальным отражением одна другой. Эти «половинки» мысленно разграничиваются плоскостью симметрии (осью симметрии, если рассматриваются плоские фигуры).



Самым наглядным примером зеркальной симметрии является бабочка. Многие объекты можно мысленно разбить на зеркально отраженные «половинки» не одним способом, а несколькими. Такие объекты имеют не одну, а несколько плоскостей (осей) симметрии.

Чем объясняется наличие у ряда объектов нескольких плоскостей (осей) симметрии? – Это объясняется тем, что данные объекты обладают, наряду с зеркальной, также поворотной симметрией. Говорят, что объект обладает поворотной симметрией  $n$ -го порядка, если он совмещается сам с собой при повороте на угол  $360^\circ / n$  ( $n = 2, 3, 4, 5, \dots$ ). Ось, вокруг которой совершается поворот, называют поворотной осью  $n$ -го порядка. Двумерные фигуры совершают поворот вокруг точки поворота.

Симметрию относительно прямой объяснить и показать просто: достаточно нанести на бумагу чернильной ручкой точку и быстро перегнуть листок. Тогда точка окрасит еще одну точку, симметричную ей, к которой будет пригнута, а прямая сгиба – будет прямой относительно которой осуществлена симметрия.

Перейдем к переносной симметрии.

Говорят, что объект обладает переносной симметрией, если он совмещается сам с собой при переносе вдоль некоторого направления (вдоль оси переноса) на один или любое целое число шагов (периодов, или элементарных переносов). Переносную симметрию называют также трансляционной (от латинского «трансляция» – «передача»).

Строго говоря, симметричный по отношению к переносам объект должен быть бесконечно длинным в направлении оси переноса (например, это мог бы быть бесконечно длинный бордюр). Однако, на практике понятие переносной симметрии применяется для объектов конечных размеров. Имея в виду наблюдаемое при переносе совмещение одной части объекта с другой его частью. [3]

Перейдем теперь к симметрии у правильных многогранников. Давайте, сначала определим, что же такое правильный многогранник?

**Правильный многогранник**, многогранник, все грани которого – одинаковые правильные многоугольники и все многогранные углы при вершинах равны между собой.[4]

Правильные многогранники известны с древнейших времен. Их также называют еще Платоновыми телами.

Рассмотрим сначала многогранники, гранями которых являются равносторонние треугольники.

Первый из них – тетраэдр. В тетраэдре три равносторонних треугольника встречаются в одной вершине; при этом их основания образуют новый равносторонний треугольник. Тетраэдр имеет наименьшее число граней среди Платоновых тел и является трехмерным аналогом плоского правильного треугольника, который имеет наименьшее число сторон среди правильных многоугольников.

Следующее тело, которое образуется равносторонними треугольниками, называется октаэдром. В октаэдре в одной вершине встречаются четыре треугольника; в результате получается пирамида с четырехугольным основанием. Если соединить две такие пирамиды основаниями, то получится симметричное тело с восемью треугольными гранями – октаэдр.

Теперь можно попробовать соединить в одной точке пять равносторонних треугольников. В результате получится фигура с 20 треугольными гранями – икосаэдр. Следующая правильная форма многоугольника – квадрат. Если соединить три квадрата в одной точке и затем добавить еще три, мы получим совершенную форму с шестью гранями, называемую гексаэдром или кубом.

Наконец, существует еще одна возможность построения правильного многогранника, основанная на использовании следующего правильного многоугольника – пентагона. Если собрать 12 пентагонов таким образом, чтобы в каждой точке встречались три пентагона, то получим еще одно Платоновое тело, называемое додекаэдр.

#### *Литература*

1. Городецкий, Е. Симметрия и физические свойства кристаллов [Текст] // Школа в «Кванте». – 1995. – № 4, С. 66–68.
2. Урманцев, Ю.А. Симметрия природы и природа симметрии / Ю.А. Урманцев. – М. : Мысль. – 1974. – 229 с.
3. Электронный ресурс: Стахов, А.П. Платоновы тела / А.П. Стахов, В.Л. Владимиров. <http://www.goldensectionclub.net/publications/stakhov/stakhov-articles>
4. Электронный ресурс: Яндекс Словари <http://slovari.yandex.ru/правильный%20многогранник/БСЭ/Правильный%20многогранник/>

## ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ЧИСЛОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

*И. В. Подолякина*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: А. Г. Подстригич, к.пед.н., доц.

В повседневной речи термин «последовательность» употребляется очень часто. Есть последовательность выполнения упражнения, последовательность приема лекарств, последовательность номеров банковских счетов, последовательность номеров домов на улице и другие различные последовательности. При этом имеется ввиду не только совокупность событий или явлений, но и определенный порядок их следования. Чтобы знать нужный порядок, события нумеруют.

В математике последовательностью называется бесконечный упорядоченный набор элементов некоторого множества. Последовательность оказывается результатом последовательного выбора элементов заданного множества. И, если любой набор элементов является конечным, и говорят о выборке конечного объема, то последовательность является выборкой бесконечного объема. Простейшей числовой последовательностью является натуральный ряд  $1, 2, 3, \dots, n, \dots$ .

С функциональной точки зрения, последовательностью называется функция, заданная на множестве всех натуральных чисел. Это дискретная функция натурального аргумента. Значения  $f(n) = a$  функции записывают в порядке возрастания номеров  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots$ .

Элементы числовой последовательности можно сравнить по величине, она может быть возрастающей или убывающей, ограниченной или неограниченной, периодической или непериодической. Также последовательность может быть прогрессией – арифметической или геометрической.

Целью данного исследования стало изучение элементов теории числовых последовательностей, знакомство с многообразием числовых последовательностей, со связанными с ними историческими сведениями, изучение свойств и различных приложений числовых последовательностей.

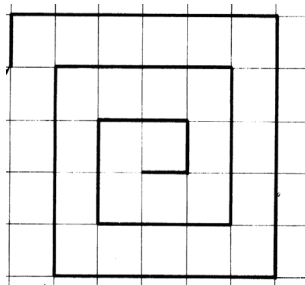
Например, с вавилонской системой счисления связана вавилонская последовательность. Вавилонская система счисления

применялась за две тысячи лет до н.э. Для записи чисел использовались всего два знака: стоячий клин  $\nabla$  для обозначения единиц и лежачий клин  $\leftarrow$  для обозначения десятков внутри шестидесятеричного разряда.

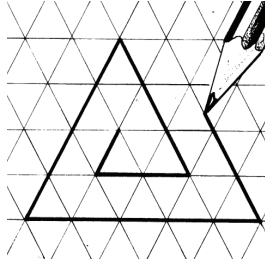
Также интересной и загадочной является последовательность простых чисел. Простое число – это натуральное число, имеющее ровно два различных натуральных делителя: единицу и само себя. При этом натуральные числа, которые больше единицы и не являются простыми, называются составными. Таким образом, все натуральные числа больше единицы разбиваются на простые и составные. Изучением свойств простых чисел занимается теория чисел. Известна теорема П.Л. Чебышева, что между двумя натуральными числами  $n$  и  $2n$  имеется по крайней мере одно простое число. Последовательность простых чисел начинается так:

2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79, 83, 89, 97, 101, 103, 107, 109, 113, 127, 131, 137, 139, 149, 151, 157, ...

С исследованием числовых последовательностей связан интересный факт, что Млечный Путь, ананас, горный баран, морская раковина и периодические последовательности – это все примеры спиралей. Например, последовательность 1, 1, 2, 2, 3, 3, 4, 4, ... описывает вот такую спираль:



каждое из этих чисел показывает величину расстояния, проходимого по линии квадратной сетки до очередного поворота. Каждый поворот делается против часовой стрелки. Похожая спираль на треугольной сетке описывается последовательностью чисел 1, 2, 3, 4, 5, ... :



Числовая последовательность  $2, 2, 1, 1, 3, 3, 1, 1, 4, 4, 1 \dots$  приводит к самопересекающимся спиральям. При исследовании можно обнаружить, что некоторые последовательности содержат повторяющиеся группы чисел (такую группу называют периодом). Вот пример:  $1, 3, 3, 4, 1, 3, 3, 4, 1, 3, 3, 4, \dots$ . А последовательность  $1, 2, 4, 1, 2, 4, 1, 2, 4, \dots$  задает не только периодическую, но и самопересекающуюся спираль. Исследуя другие периодические последовательности, можно произвольно выбирать числа и любую длину периода. Но приходится быть очень внимательным. Включение в период нуля (например, последовательность  $2, 3, 0, 1, 2, 3, 0, 1, \dots$ ) или отрицательных чисел (например,  $2, 1, -3, 2, 1, -3, \dots$ ) приводит к некоторым сложностям. Так,  $(-3)$  означает «пройти на три в противоположном направлении». Эти спирали можно построить на треугольной и шестиугольной сетках.

Приведем еще пример последовательности чисел Мерсенна. Числа Мерсенна – числа вида  $M_n = 2^n - 1$ , где  $n$  – натуральное число, названы в честь французского математика Марена Мерсенна. Каждое из них представляет собой сумму членов геометрической прогрессии со знаменателем 2 и первым членом 1, а поэтому в двоичной системе счисления записывается в виде  $(1, 1, \dots, 1)_2$ . Для поиска четных совершенных чисел остается выяснить, при каких  $n$  числа  $M_n$  являются простыми. Последовательность чисел Мерсенна начинается так:

$1, 3, 7, 15, 31, 63, 127, 255, 511, 1023, 2047, 4095, 8191, 16\ 383, 32\ 767, 65\ 535, 131\ 071, \dots$

Про числовые последовательности можно говорить бесконечно, про каждую из них можно рассказать что-то познавательное, у числовых последовательностей много интересных свойств.

# ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

---

## МОДЕЛЬ КАК СПОСОБ ОТСЛЕЖИВАНИЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

*Е. О. Алексеева*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: С. Г. Катаев, к. ф. - м. н.,  
доцент кафедры общей физики

В связи с переходом на компетентностный метод оценивания в системе образования возникло множество проблем. Для решения этих проблем необходим механизм обратной связи, с помощью которого можно было бы отслеживать сформированность компетенций, анализировать качество учебного плана и уровень преподавания. На наш взгляд, в качестве такого механизма может выступать модель выпускника, представляющая собой образ выпускника – сочетание уровней компетенций специалиста, которая позволит отнести выпускника к определенному типу специалистов.

Под моделью специалиста в литературе понимается описание того, к чему должен и может быть пригоден специалист, к выполнению каких функций он подготовлен и какими качествами обладает. Проблема моделирования профессиональной деятельности в связи с разработкой содержания обучения рассматривалась рядом авторов [1,2]. Такие модели позволяют не только отличать одного специалиста от другого, но и дифференцировать специалистов одного и того же типа по уровню подготовки. Модель выступает системообразующим фактором для отбора содержания образования и форм его реализации в учебном процессе [2].

### **Модель специалиста**

В работе предлагается основанная на количественном оценивании степени сформированности компетенций модель выпускника. Как уже отмечалось выше использовать в модели

несколько десятков компетенций неразумно, поэтому был проведен предварительный анализ содержания компетенций, сформулированных Федеральным Государственным Образовательным Стандартом Высшего Профессионального Образования (Общекультурные компетенции (ОК), Обще-профессиональные (ОПК), в области педагогической деятельности (ПК), в области культурно-просветительской деятельности (КПД)), который позволил распределить их по четырем существенным блокам, согласно [3,4]:

**В1:** Аналитическое и концептуальное мышление

**В2:** Социальная коммуникативность

**В3:** Самосовершенствование

**В4:** Профессионализм.

Распределение компетенций по указанным выше блокам представлено в таблице 1. Отметим, что в рассмотренном разбиении одна и та же компетенция, может входить одновременно в несколько блоков. Для вычисления значений компетенций был использован адаптированный индикаторный метод оценивания компетенций [5]. Главная идея этого метода базируется на следующих соображениях:

- существуют признаки-индикаторы, по которым можно судить об уровне сформированности той или иной компетенции;

- каждый признак-индикатор характеризует определенное качество личности;

- каждая конкретная компетенция проявляется в наборе определенных признаков, поэтому, оценивая индикаторы, мы, далее, можем находить по определенному правилу числовую оценку компетенции.

Таблица 1

**Распределение компетенций по блокам**

Блоки компетенций	Компетенции
<b>В1:</b> Социальная коммуникативность	ОК: 2,3,7,11,12,14,15
	ОПК: 17,19
	ПК: 25,27,28
	КПД: 30,31
<b>В2:</b> Аналитическое и концептуальное мышление	ОК: 1,2,4,6,8,10,13
	ОПК: 18,21, 22
	ПК:
	КПД: 32,33

<b>В3:</b> Самосовершенствование	ОК: 5,16
	ОПК: 17,19
	ПК: 27,28
	КПД: 30,32
<b>В4:</b> Профессионализм	ОК: 4,5,8,9,10,11,12,16
	ОПК: 17,19,20,22
	ПК: 23,24,25,26,27,29
	КПД: 30,33

Индикаторы – это вопросы или тестовые задания, сформулированные таким образом, чтобы они давали вклад (проявлялись) в разных компетенциях. Определяя посредством тестирования значения индикаторов, рассчитывается величина каждой компетенции и, затем, усредненные значения компетенций по каждому выделенному блоку.

Каждый вариант сочетания средних по блоку значений компетенций («компетентностный портрет»), отражая определенное соотношение между степенями сформированности разных компетенций, характеризует и уровень профессиональной подготовки выпускника, и его склонность к выполнению работы определенного типа. Разбив все компетенции на четыре описанных выше блока, мы получаем четырехблочную модель, которая включает в себя 24 возможных качественных варианта, отличающихся друг от друга своим определенным соотношением значений среднеблочных компетенций,

$$(k_1 \geq k_2 \geq k_3 \geq k_4, k_1 \geq k_2 \geq k_3 = k_4, k_1 \geq k_2 \geq k_3 < k_4, \dots).$$

Психологические исследования дают возможность связать с каждым вариантом склонность к определенному виду деятельности [6,7].

В качестве примера, на рис. 1 приведены 4 варианта «компетентностных портретов» на основании данных из [8], которые условно можно связать со следующими видами деятельности: *преподавание, бизнес, государственная служба и сфера обслуживания*.

В рамках изложенного подхода можно каждому выпускнику поставить в соответствие ту профессию, к которой он подходит наилучшим образом, отдавая себе отчет об условности подобной процедуры, когда речь идет об отдельном индивиду. Более информативной и дающей возможность получить представление о всем коллективе в целом является процедура



предварительной классификации студентов по блочным компетенциям. В работе для этой цели использовался метод выделения структур, принадлежащий к методам кластерного анализа, который дает возможность разбить все множество исследуемых объектов на небольшое число классов, используя в качестве критерия отнесения объектов в один класс, близость средних значений блочных компетенций [9,10].

В таблице 2 в качестве примера приведены результаты применения изложенного подхода для группы юристов ТГПУ, всего 25 человек. Для расчета компетенций была выбрана система индикаторов, предназначенная для самооценки студентов, и представляющая из себя анкету, содержащую 35 вопросов. На каждый вопрос предусматривалось 4 упорядоченных по предпочтению варианта ответа (0,1,2,3). Затем массив рассчитанных компетенций подвергался процедуре классификации, результаты которой представлены в таблице 2 и на рисунке 2.

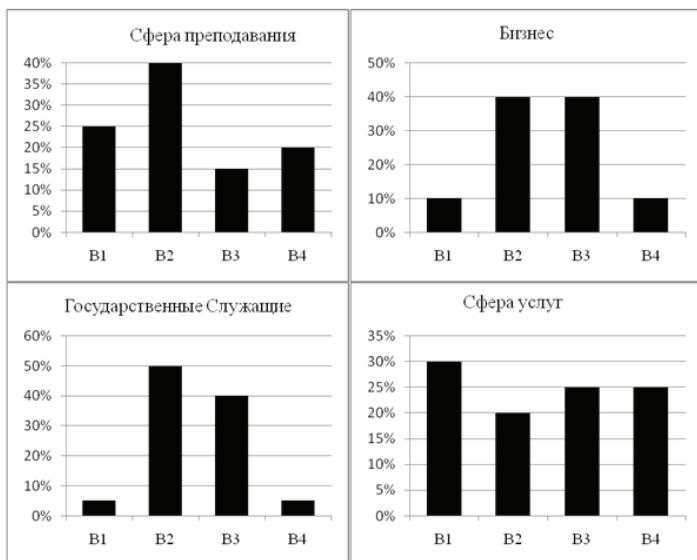


Рис. 1. Соотношения между усредненными значениями блочных компетенций для четырех видов деятельности, согласно [11]

Таблица 2

Результат разбиения на классы группы студентов экономического факультета (4 курс ТГПУ) и среднеклассовые значения блочных компетенций (B1,B2,B3,B4).

Класс	Количество объектов	B1	B2	B3	B4
1	2	6,02	4,59	4,64	5,00
2	3	7,97	6,25	6,07	7,70
3	4	7,34	5,83	6,25	5,16
4	16	8,34	8,18	8,08	7,85
Все	25	7,95	7,28	7,27	7,17

В последней строке приведены средние значения B1,B2, B3,B4 для всей группы студентов.

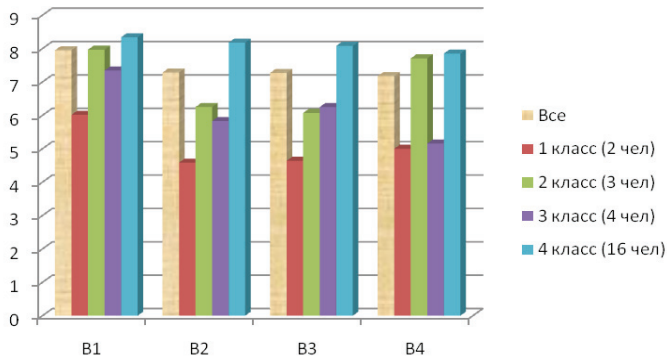


Рис. 2. Визуализация компетентностных портретов, представленных в табл. 2

По полученным данным можно судить о «портретах». Для студентов экономического факультета вся группа разделилась на кластеры, которые соответственно выделяют свои портреты [12]. Такие как: актер, воспитатель, социальный работник, архитектор, психолог, портной, инженер, бухгалтер, парикмахер. По выделенным профессиям можно судить, о том, что группа в большинстве своем с гуманитарным уклоном. По выбранной профессии рекомендовано идти лишь малой доли студентов работать по окончании вуза.

Также объектами нашего исследования являлись ученики школ города Томска. Возраст исследованных составлял 15–25 лет. Это как раз тот период, когда психофизиологический базис личности уже сформировался, в то время как социальный

статус еще находится в стадии активного формирования. В качестве примера на рис. 2 приведены соотношения между средними значениями компетенций для учеников 7-го и 9-го классов школы Эврика Развития. Сравнивая поведение компетенций для разного возраста, можно сделать следующие качественные выводы.

1. С возрастом не меняется коммуникативная компетенция;
2. Развивается (и это осознается школьниками) способность к аналитическому мышлению;
3. Уменьшается уровень самооценки;
4. Осознается рост собственных знаний.

Это, конечно, очень общие выводы, касающиеся только возрастных изменений. Использование кластерного анализа позволяет получить более детальную информацию.

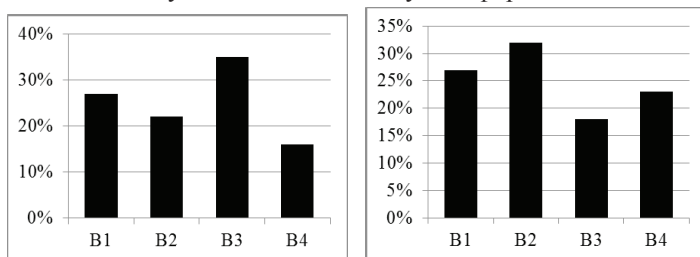


Рис. 2. Соотношения между блочными компетенциями для учеников 7-го класса (слева) и 9-го класса (справа) школы Эврика Развития г. Томска

Было рассмотрено разбиение учащихся города Томска гимназии № 13.

Таблица 2

Результат разбиения на классы 10б, 10в и 11в классов 13 гимназии и среднеклассовые значения блочных компетенций (B1,B2,B3,B4)

Класс	Количество объектов	B1	B2	B3	B4
1	3	8.75	8.75	6.88	9.58
2	3	7.08	9.58	8.54	10.0
3	20	8.29	8.78	9.41	9.19
4	4	7.50	8,12	6.09	9.69
5	15	7.47	6.71	7.79	7.16
6	5	6.66	7.50	7.748	8.75
7	6	8.61	7.81	7.70	8.33
Все	56	7.86	8.00	8.23	8.62

В последней строке приведены средние значения B1,B2, B3,B4 для всей группы школьников.

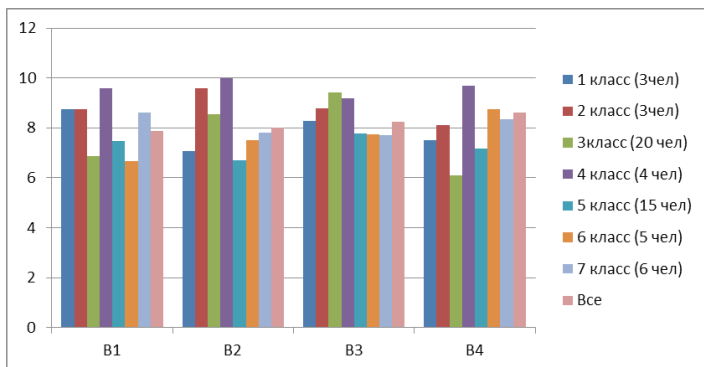


Рис. 5. Результат разбиения на классы 10б, 10в и 11в классов 13 гимназии

По полученным данным можно судить о «портретах». Для школьников, 10 б класс, рекомендовано связать свою профессиональную деятельность со следующими профессиями: бухгалтер, повар, портной, психолог, швея, переводчик.

Полученные результаты пересекаются с анкетными данными самих учеников, которые в вопросе о выборе профессии указывали переводчика, бухгалтера, инженера, психолога, актера. Только основываясь на данной информации [10] стоит сделать вывод, что ученики старших классов подходят к выбору будущей профессии осознанно, готовятся к поступлению и углубленно занимаются выбранными направлениями.

### Заключение

Результаты работы позволяют сделать вывод, что данный метод может быть особенно полезным при его регулярном применении на разных этапах обучения, так как это дает возможность проследить динамику развития компетенций, как отдельного учащегося, так и всего коллектива.

### Литература

1. Татур Ю.Г. Компетентность в структуре модели качества подготовки специалиста // Высшее образование сегодня. 2004. № 3. С. 20–26.
2. Кинелев В.Г. Фундаментализация университетского образования // Высшее образование в России. 1994. № 4. С. 6–13.
3. Зеер Э.Ф., Романцев Г.М. Личностно-ориентированное профессиональное образование // Педагогика. 2002. № 3. С. 16–21.

4. Концепция модернизации российского образования на период до 2010 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 декабря 2001 г. № 1756-р.
5. Катаев С.Г., Лобода Ю.О., Хомякова А.А. Индикаторный метод оценивания компетенций. // Вестник ТГПУ. 2009. № 11. С. 70–73.
6. Климов Е.А. Психология Профессионального самоопределения. М.: Академия, 2004. 304 с.
7. Климов Е.А. Психология современного самоопределения. Москва. Издательский центр «Академия» 2004. 304 с.
8. <http://business.rin.ru>, <http://rfei.ru/study/specialties/statemanagement/profession>, <http://b-tr.narod.ru/new/25-1.htm>
9. В.А. Дюк. Компьютерная психодиагностика.
10. Р. Корсини, А. Ауэрбах. Психологическая энциклопедия.
11. В.Д. Шадриков. Профессиональные особенности // Москва/2010/ С. 19–25
12. Винниченко Н.Л. Влияние воспитательного пространства вуза на профессиональное становление будущих специалистов // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (Tomsk State Pedagogical University Bulletin). 2010. Вып. 4 (94). С. 83–87.

## **ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ**

*Н. Д. Артёмова*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: З.А. Скрипко, д.пед.н., проф.

Российское образование за последнее десятилетие претерпело серьезные изменения и продолжает идти по пути реформирования. В первую очередь это связано с введением компетентностного подхода как в систему высшего, так и среднего образования. Федеральные государственные образовательные стандарты средней полной общеобразовательной школы (ФГОС СПО) [1] и высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) [2] четко регламентируют требования к результатам образовательной деятельности, которые и базируются на компетентностном подходе. Однако в указанных стандартах нет четких рекомендаций: каким путем достичь требуемых образовательных результатов. В связи с наличием данного противоречия остается открытым вопрос: каким образом нужно формировать компетенции студента – будущего педагога, чтобы в процессе своей профессиональной деятельности он смог сформировать универсальные учебные

действия школьников, которые регламентирует ФГОС СПО [1]? Чтобы ответить на этот вопрос необходимо разобраться, какие компетенции будущего учителя являются основными и каким образом эти компетенции нужно формировать.

Анализ публикаций по проблеме компетентного подхода в высшем образовании показывает, что для того, чтобы выпускник вуза успешно реализовался как профессионал, специалист в своей области, он должен обладать **профессиональной компетентностью**. Существует большое количество трактовок этого понятия, приведем наиболее распространенные из них.

Э.Ф. Зеер в своей работе «Психология профессий» определяет профессиональную компетенцию как совокупность профессиональных знаний, умений, а также способы выполнения профессиональной деятельности [3].

Ю.В. Варданян придерживается мнения, что профессиональная компетентность представляет собой единство практической и теоретической готовности и способностей выпускника высшего учебного заведения к осуществлению профессиональной деятельности [4].

Также профессиональную компетентность определяют как интегральную характеристику деловых и личностных качеств специалиста, отражающую не только уровень знаний, умений, опыта, достаточных для достижения целей профессиональной деятельности, но и социально-нравственную позицию личности [5].

Если рассматривать профессиональную компетентность учителя, то наиболее полное определение было дано А.К. Марковой. В своей работе [6] автор определяет профессиональную компетенцию педагога как специфический труд учителя, в котором на достаточно высоком уровне осуществляется педагогическая деятельность, педагогическое общение, реализуется личность учителя, достигаются хорошие результаты в обучении и воспитании школьников.

Рассмотрим формирование профессиональной компетенции будущего учителя физики в процессе выполнения лабораторных работ по физике. Согласно вышеприведенным определениям и требованиям ФГОС ВПО профессиональную компетенцию учителя будем считать состоящей из четырех основных составляющих: *коммуникационной, мировоззренческой,*

организационной и информационной. Такое разделение выбрано не случайно, поскольку ФГОС для средней общеобразовательной школы регламентирует требования к образовательным результатам, которые заключаются в формирование четырех видов универсальных учебных действий школьников (УУД): коммуникативных, личностных, регулятивных и познавательных. На рисунке 1 представлены основные характеристики каждого из четырех УУД [7].

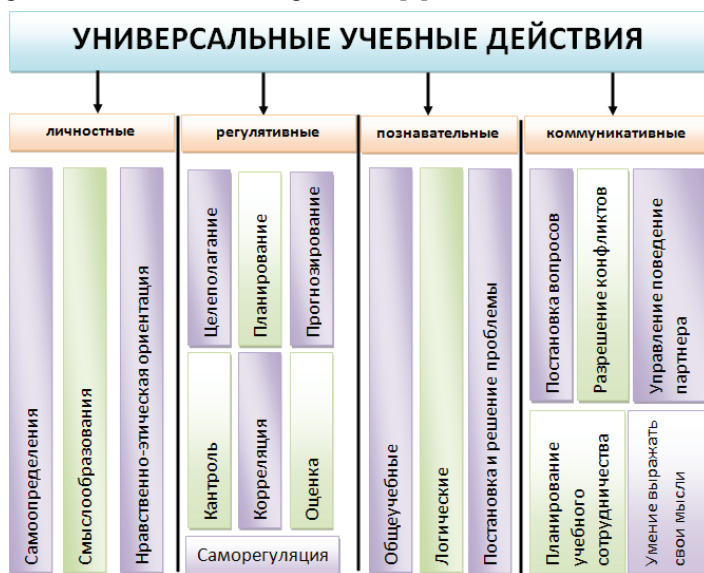


Рис. 1. Классификация универсальных учебных действий

Изучив основные требования стандартов [1, 2] можно представить соответствие составляющих профессиональной компетенции учителя и УУД школьников в виде таблицы 1.

Таблица 1

Соответствие между универсальными учебными действиями школьников и составляющими профессиональной компетентности учителя

УУД	Профессиональная компетентность
Коммуникативные	Коммуникативная составляющая
Личностные	Мировозренческая составляющая
Регулятивные	Организационная составляющая
Познавательные	Информационная составляющая

Таким образом, успешное формирование у студентов каждой составляющей профессиональной компетенции должно привести к формированию соответствующего УУД школьника.

Для того чтобы сформировать каждую составляющую профессиональной компетенции в процессе выполнения лабораторных работ по физике, следует доработать процедуру проведения лабораторных, разбив весь процесс работы на блоки. В таблице 2 приведены четыре блока, на которые можно разделить выполнения лабораторных работ по курсу общей физике.

Характерной особенностью *Блока А* является использование вспомогательной карты, которая должна заполняться наряду с изучением теории лабораторной работы. Основная ее функция – развитие информационной и мировоззренческой составляющих профессиональной компетенции будущих учителей физики, поскольку данная карта содержит вопросы-задания, носящий информационно-мировоззренческий характер.

*Блок В* носит коммуникативный характер, поскольку на данном этапе происходит общение преподавателя и студентов, студента со студентом. Во время обсуждения теории и хода работы происходит выполнение физического диктанта, роль которого сводится в первую очередь к проверке теоретической подготовленности к выполнению лабораторной работы. После выполнения физического диктанта студенты обсуждают результаты друг друга, делая дополнения и исправляя недочеты и ошибки.

*Блок С* заключается в основном в планировании и проведении эксперимента, а также в обработке экспериментальных данных. На данном этапе происходит формирование всех составляющих профессиональной компетенции.

Особое значение имеет *Блок D*, поскольку на данном этапе проводится систематизация знаний и умений, полученных в ходе выполнения курса лабораторных работ. Для этого студенты после выполнения курса предложенных лабораторных работ заполняют карты рефлексии, это делается для того чтобы уточнить трудности в освоении курса лабораторных и пробелов в теории.

Данная система должна привести к формированию каждой из четырех составляющих профессиональной компетенции,



поскольку каждый блок содержит в себе задания, направленные на развитие определенных умений и навыков, которые будущий учитель может успешно применять для развития универсальных учебных действий школьников.

Таблица 2

**Этапы выполнения лабораторных работ  
и формирования профессиональной компетенции**

<b>Блок</b>	<b>Содержание блока</b>	<b>Компетенции</b>
<b>Блок А (информационный)</b>	1. Самостоятельное изучение теоретического материала лабораторной работы. 2. Заполнение вспомогательной карты лабораторной работы. 3. Начальная подготовка отчета будущей лабораторной работы.	1. Информационная 2. Мироззренческая 3. Организационная
<b>Блок В (коммуникативный)</b>	1. Проверка преподавателем уровня владения теоретическим материалом с помощью физического диктанта. 2. Проверка физического диктанта у напарника по лабораторной, обсуждение ошибок, неточностей, высказывание предположений.	1. Коммуникативная
<b>Блок С (организационно-информационный)</b>	1. Выполнение экспериментальной части лабораторной работы. 2. Выполнение расчетов. 3. Заполнение отчета лабораторной работы. 4. Подготовка к защите.	1. Коммуникативная 2. Мироззренческая 3. Организационная 4. Информационная
<b>Блок D (результующий)</b>	1. Защита результатов лабораторной работы: а) Ответы на контрольные вопросы по теории и выполнению лабораторной работы; б) Обсуждение результатов лабораторной работы с преподавателем и напарником; в) Исправление (в случае необходимости) неточностей и недочетов, выявление причин их возникновения. 2. После выполнения всех лабораторных работ одного раздела физики заполняется таблица рефлексии.	1. Коммуникативная 2. Мироззренческая 3. Информационная

*Литература*

1. Федеральный государственный образовательный стандарт средней полной общеобразовательной школы // RG.RU: Российская газета.

- URL: <http://www.rg.ru/2011/02/17/shkola-standart-site-dok.html> (дата обращения: 17 сентября 2013 г.)
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования // EDU.RU: Российское образование. URL: [http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d\\_11/prgm46-1.pdf](http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d_11/prgm46-1.pdf) (дата обращения: 17 сентября 2013 г.)
  3. Зеер Э.Ф. Психология профессий: Учебное пособие для студентов вузов. – 2-е изд., перераб., доп. – М.: Академический Проект; Екатеринбург; Деловая книга, 2003. – 336 с.
  4. Варданын Ю.В. Структура и развитие профессиональной компетентности специалиста с высшим образованием (на материале подготовки педагога и психолога) : автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1999. – 38 с.
  5. Гонеев А.Д., Пашков А.Г. и др. Педагогика профессионального образования // профессиональное образование как педагогическая система: учеб. пособие. – М. 2004.
  6. Маркова А.К. Психология профессионализма. – М.: Международ. гуманитар. фонд «Знание», 1996. – 308 с.
  7. Как проектировать универсальные учебные действия в начальной школе. От действия к мысли: пособие для учителя / под ред. А.Г. Асмолова. – М.: Просвещение, 2011. – 152 с.

## **ПОДГОТОВКА УЧИТЕЛЯ К ПРОЦЕССУ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ ПО ФГОС**

*А. С. Бычкова*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

В соответствии с требованиями ФГОС ООО ученик должен в процессе обучения приобрести метапредметные и предметные УУД, стать самостоятельным участником учебной деятельности, уметь планировать и оценивать свою деятельность.

Введение нового стандарта образования в средней школе накладывает определенные требования к учителю как к организатору процесса обучения. Именно педагог создает условия развития и обучения школьников: включает учащихся в деятельность по формированию новых умений, активизирует мыслительную деятельность, помогает научиться ориентироваться в потоке информации, посредством которой возможно получить новое знание.

В последнее время большее внимание уделяется организации исследовательской деятельности учащихся. Организовать процесс исследования может только тот педагог,

который осознает необходимость организации учебных исследований при изучении предмета, знает теоретические аспекты организации и проведения исследований, владеет технологиями, методами и методическими приемами организации исследовательской деятельности школьников [1].

Однако применять технологию исследовательского обучения могут далеко не все педагоги. В первую очередь, это связано с отсутствием подготовки учителей к такой форме работы. Анкетирование, проведенное Румбешта Е.А. среди учителей г. Томска, выявило, что доля уроков – исследований, от общего числа, у той части учителей, которые проводят такие уроки, колеблется от 20 до 30 %. Некоторые учителя отводят на уроки-исследования только 5 %. [2]. Организовывать большее число уроков – исследований не позволяет время. По результатам опроса учителей школы № 4 г. Томска, преподающих естественнонаучные предметы (физика, химия, биология), выявлено, что компетенцией организатора исследования владеют немногие педагоги (трое из семи человек – учителя, имеющие опыт работы около 15–20 лет). Умение организовывать исследование формировалось за счет самообразования педагога в течение многих лет работы с учащимися. Учителю сегодняшнего дня необходимо быть мобильным, готовым для осуществления творческой деятельности, быстро усваивать и применять на практике изученные современные технологии обучения.

В документе ФГОС ВПО в педагогическом образовании можно выделить компетенции, необходимые для выпускника с целью последующей организации им исследовательской деятельности школьников [3]: готовность использовать знание современных проблем науки и образования при решении образовательных и профессиональных задач (общекультурные компетенции ОК-2); способность руководить исследовательской работой обучающихся (в области педагогической деятельности ПК-4); готовность к разработке и реализации методических моделей, методик, технологий и приемов обучения, к анализу результатов процесса их использования в образовательных заведениях различных типов (в области методической деятельности ПК-8).

В рамках подготовки студентов к будущей профессиональной деятельности с целью формирования вышеперечисленных компетенций в ТГПУ организовываются курсы для магистрантов «Инновационные технологии в преподавании физики» и «Инновационные процессы в образовании» по направлению подготовки – педагогическое образование. Содержание курсов предполагает знакомство с теоретическими сведениями по содержанию результатов обучения в виде УУД в новом стандарте и знакомство с содержанием элективных курсов по физике исследовательской направленности. Также со студентами предполагается организация практической разработки содержания элективных курсов по физике и способов оценки УУД с посещением занятий в рамках курса «Научно-исследовательский семинар».

Учителям физики, с целью формирования и развития компетенции в области организации исследовательской деятельности школьников, можно предложить воспользоваться разработанными программами элективных курсов [4,5]. Помимо этого, практикующие учителя физики могут принимать участие в проблемно-творческих группах по разработке заданий исследовательского характера и новых способов оценки достижений учащихся.

Выделенные направления позволяют подготовить к работе по новому стандарту, как практикующих учителей, так и будущих, создает мотивацию учителя к новым видам образовательной деятельности.

#### *Литература*

1. Торков С.Е. Некоторые аспекты формирования готовности будущих учителей к организации исследовательской деятельности школьников. Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал), №11(19), 2012. URL: <http://sisp.nkras.ru/e-ru/issues/2012/11/torkov.pdf> Дата обращения 24.03.2014
2. Румбешта Е.А. Исследовательская деятельность учащихся в процессе изучения физик: анализ практики и перспективы // Вестник ТГПУ (TSPU Bulletin). 2013. 5 (133). С 206–211.
3. ФГОС ВПО по направлению подготовки 050100 педагогическое образование (квалификация (степень) «магистр») / URL: <http://fgosvo.ru/fgosvpo/8/6/2/34> Дата обращения 25.03.2014.
4. Румбешта Е.А., Червонный М.А. Элективный курс «Основы исследовательской деятельности» для учащихся физического профиля //

Реализация национальной образовательной инициативы «Наша новая школа» в процессе обучения физике, информатике и математике: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 4–5 апреля 2011 г. Екатеринбург, Урал. гос. пед. ун-т, 2011. С. 149–154.

5. Бычкова А.С. Формирование исследовательских умений в процессе обучения физике на элективных курсах // Преподавание естественных наук, математики и информатики в вузе и школе: VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Томск: Изд-во ТГПУ, 2013. С. 75–79.

## **НОВЫЕ СПОСОБЫ АКТИВИЗАЦИИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ ФИЗИКИ**

*Е. С. Кисленко*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: Е. А. Румбешта, д.пед.н., проф.

В настоящее время особое внимание уделяется нестандартным методам обучения, активизирующим познавательную деятельность учащихся, которые позволили бы улучшить понимание материала, способствовали его запоминанию. С этой целью можно использовать интеллект-карты, которые пока применяются не часто.

Интеллект-карты – это метод графического выражения процессов восприятия, обработки и запоминания информации, инструмент развития памяти и мышления.

Интеллект-карта имеет ряд преимуществ перед традиционной, линейной формой представления информации [1]:

- легче выделить основную идею, если она размещена в центре листа в виде яркого графического образа;

- внимание концентрируется не на случайной информации, а на существенных вопросах;

- чётко видна относительная важность каждой идеи. Более значимые идеи находятся ближе к центру, а менее важные – на периферии;

- быстрее и эффективнее запоминается и воспроизводится информация за счёт ее разноцветного и многомерного представления;

- структурный характер карты позволяет без труда дополнять ее новой информацией (без вычеркиваний, вырезаний, вставок и т. п.). Использование этого метода способствует:

Метод обладает уникальной особенностью – позволяет сворачивать огромные массивы информации, не теряя при этом ее элементов.

Интеллект-карты можно использовать при изучении нового материала, закреплении, обобщении.

Как показал опыт, использование этого метода позволяет проводить систематизацию и обобщение знаний динамичнее, а проверку уровня знаний и умений быстрее, а главное – эффективнее для самих обучающихся.

В результате систематической работы по созданию интеллект-карт обучающиеся вырабатывают свой собственный стиль их построения, что придает образовательному процессу творческий характер, способствует развитию личности ребенка его индивидуальности и самобытности. Личность, развивающая в себе способность создавать образы, одновременно развивает свою способность к мышлению, восприимчивость мира, свою память, творческий потенциал и укрепляет веру в собственные силы. [2]

Данный метод авторски используется на уроках-обобщениях в 7 классе. Рассмотрим его применение на уроке по теме «Давление». На уроке учащиеся, работая в группах, составляли интеллект-карты по пройденному материалу. После построения карт, каждая группа представляла свою работу. Далее, был проведен сравнительный анализ карт учащихся с картой учителя.

Урок прошел положительно. Учащиеся были очень заинтересованы, историю возникновения интеллект-карт слушали очень внимательно и все с удовольствием принимали участие в их построении. После проведения ряда таких уроков можно было убедиться в эффективности метода.

Метод интеллект-карт позволяет:

1. Формировать коммуникативные универсальные учебные действия в процессе групповой деятельности.
2. Формировать познавательные универсальные учебные действия – структурирование знаний, поиск и выделение необходимой информации; применение методов информационного поиска, определение основной и второстепенной информации; логические – установление причинно-следственных связей.

3. Формировать личностные УУД – самовыражение, самореализация.

4. Улучшать все виды памяти (кратковременную, долговременную, семантическую, образную и т.д.) учащихся; интенсифицировать процесс обучения.

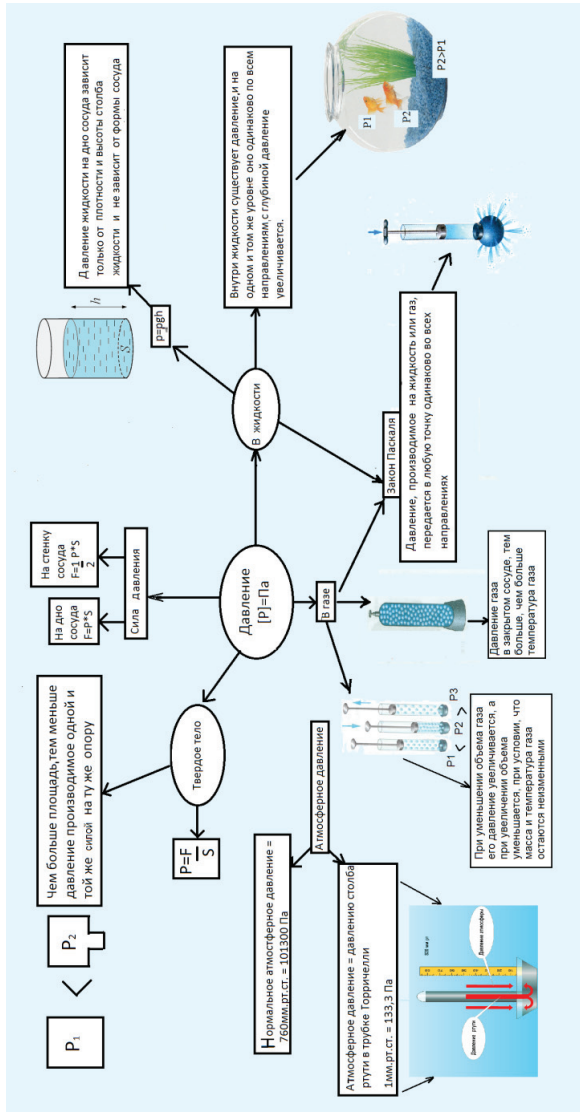
Интеллект-карта учителя по теме «Давление» приведена в приложении А.

Одна из интеллект-карт учащихся приведена в приложении Б.

#### *Литература*

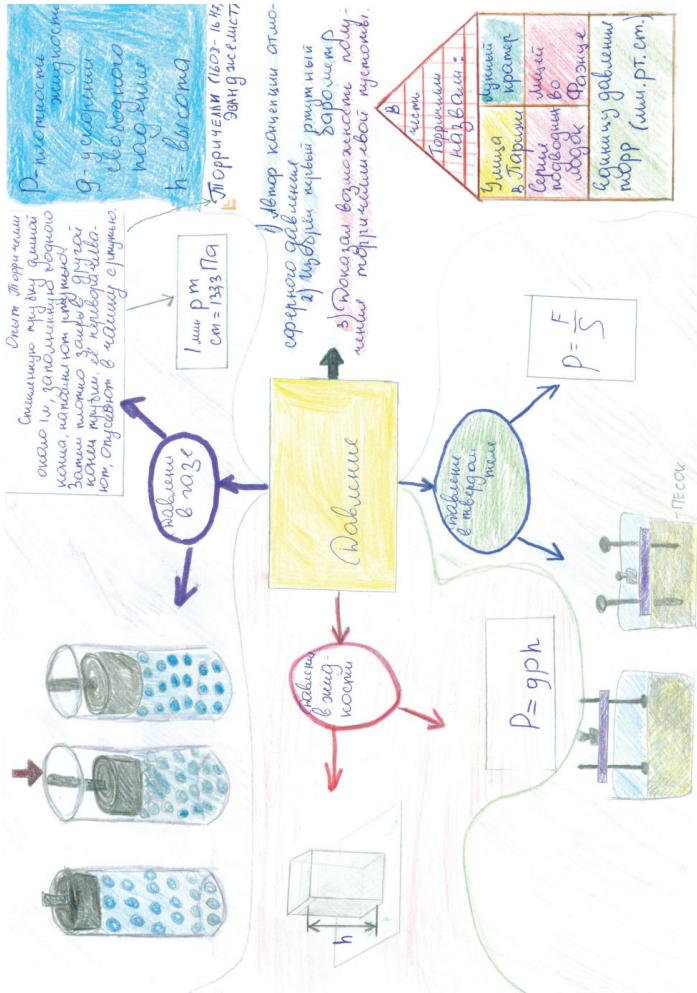
1. Зуева, Т.В. Применение метода интеллект-карт на уроках русского языка и литературы [электронный ресурс] / Т.В. Зуева – Режим доступа: <http://badar.tulunr.ru/index.php/pedagogicheskaya-masterskaya/81-obobshchenie-opryta-qprimeneniye-intellekt-kart-na-urokakh-russkogo-yazyuka-i-literaturyq>
2. Автайкина, О.Н. Интеллект-карта как средство формирования универсальных учебных действий на ступени начального общего образования [электронный ресурс] / О.Н. Автайкина Материалы Всероссийской научной конференции – Иркутская обл., г. Братск. – Режим доступа: <http://konf.uiuniver.ru/konf5/nach/intellekt-karta-kak-sredstvo>

# Приложение А





# Приложение Б



## ВОЗМОЖНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КУРСА ТИМОФ)

*О.Л. Новикова*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Научный руководитель: Е.А. Румбешта, д.пед.н., проф.*

В процессе обучения своевременный контроль имеет большое образовательное и воспитательное значение. Его можно осуществлять в режиме дистанционного обучения (ДО) при условии наличия вопросов и заданий, а также обратной связи со студентами, гласности оценивания.

Дистанционное обучение обеспечивает:

- доставку обучаемым основного объема изучаемого материала;
- интерактивное взаимодействие обучаемых и преподавателей в процессе обучения;
- предоставление студентам возможности самостоятельной работы по освоению изучаемого учебного материала;
- оценку их знаний и навыков, полученных в процессе обучения.

В настоящее время существуют две основные ветви систем организации электронного обучения [1]:

- коммерческие LMS\LCMS;
- свободно распространяемые LMS\LCMS.

Для дистанционного обучения и контроля можно использовать созданный в ТГПУ ресурс – сайт «Открытая образовательная среда» [2]. На этом сайте нами в настоящее время размещены материалы под названием «Технологии и методики обучения физике» При этом использованы свободно распространяющиеся программные средства обучения Moodle.

Использованы следующие навигации, отражающие содержание курса (см. рис. 1):

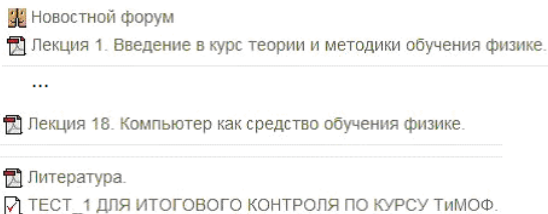


Рис. 1. Список навигаций по курсу

Весь курс разбит на 18 дидактических единиц, каждая дидактическая единица соответствует одной лекции. По окончании изучения курса студентам предлагается итоговый тест.

Тест составлен в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта. В тесте используется только одна форма заданий – закрытая.

Преимущество этой формы заключается в следующем: она экономична, позволяет охватить большое количество объектов проверки, технологична, так как позволяет легко вносить информацию о результатах деятельности студентов в память компьютера для последующей обработки.

Проанализировав систему уровней знаний, предложенную В.П. Беспалько [3], мы пришли к выводу о целесообразности использования первого уровня усвоения знаний. На этом уровне обучаемый способен выбрать правильный ответ в ряду вероятных ответов, например см. рис. 2.

Для подготовки урока учитель начинает свой конспект с обозначения ...

Выберите один ответ.

<input type="radio"/>	a. Оборудования
<input type="radio"/>	b. Содержания деятельности учащихся
<input checked="" type="radio"/>	c. Цели урока ✓

Рис. 2. Пример тестового задания по «Курсу ТиМОФ»

После прохождения теста обучающийся может сохранить тест, но не отправлять его преподавателю, что позволяет студенту проанализировать свои ответы и позже отправить преподавателю исправленный или выполненный полностью вариант ответа.

В настоящее время идет разработка приложений к каждой лекции в виде списка дополнительной литературы для студентов для обеспечения их самостоятельной работы, а также тестов, позволяющих отслеживать не только итоговый результат, но и промежуточные результаты подготовки студентов.

#### *Литература*

1. Аналитическая записка «Выбор системы дистанционного обучения». – [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://ra-kurs.spb.ru/2/0/2/1/?id=13>
2. Система дистанционного обучения Открытая образовательная среда. – [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://opensystem.tspu.ru/course/view.php?id=309>
3. Беспалько, В.П. Слагаемые педагогической технологии. – М. : Высшая школа, 1989. С. 190.

## **АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАНЕЛЕЙ О ПОИСК СПОСОБА ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

*А. С. Петрусёв*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет*

Научный руководитель: Е. Ж. Сарсикеев, к.техн.н, ассистент

В последние годы встаёт вопрос об ограниченности сырьевых невозобновляемых ресурсов. К тому же выбросы токсичных веществ в атмосферу, выделяющихся при сгорании топлива, оказывают негативное влияние на окружающую среду. В связи с этим всё активней проявляется тенденция перехода практически чистые возобновляемые источники энергии.

Солнечная энергия по чистоте, распространённости и масштабу ресурсов из возобновляемых источников наиболее перспективна. Но на нынешний момент солнечные батареи имеют два весомых недостатка – высокую цену и низкую эффективность.

Данный проект направлен на то, чтобы решить, в зависимости от нужд, любую из этих проблем. Высокая цена солнечных батарей определяется, в первую очередь, высокой ценой фотоэлементов. Увеличение собственного КПД фотоэлементов в разы увеличивает стоимость. Поэтому единственный способ снизить цену на солнечные батареи – это увеличить мощность солнечного потока, падающего на единицу площади фотоэлемента. Есть 2 способа сделать это – ориентировать солнечную батарею на солнце (использовать солнечный трекер) или концентрировать солнечную энергию (использовать концентратор).

Концентратор – устройство, которое позволяет собирать солнечную энергию с большей площадью и направлять её на меньшую площадь. Сейчас концентраторы представлены в основном параболическими зеркалами и линзами Френеля. Есть также другие различные сложные и не очень системы зеркал с различной степенью концентрации, но они не получили широко распространения из-за различных недостатков. Есть также значительные минусы и у указанных концентраторов. Параболические зеркала очень большие и тяжёлые из-за своей конструкции, не позволяющей сделать их меньше, а значит подвергают систему повышенному риску поломки.

Также они требуют очень точного ориентирования на солнце и систем охлаждения, иначе их эффективность крайне снижается. Линзы Френеля имеют меньшую, но всё же значительную толщину, а также требуют ещё более точного наведения и более мощного охлаждения, стоят дороже.

В связи с этим мы предлагаем уникальный акриловый концентратор, который решает эти проблемы.

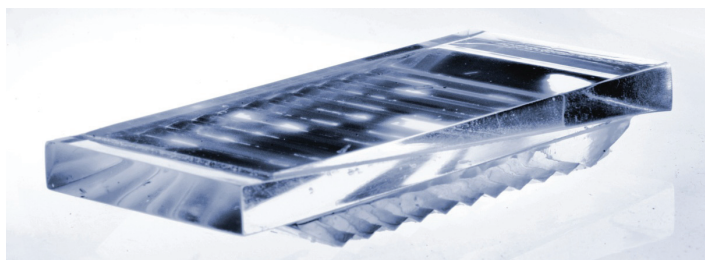


Рис. 1. Акриловый концентратор

Он представляет собой лист оргстекла толщиной около 1 сантиметра, состоящий из специальной светоотражающей поверхности, а также 2 клиньев, направленных наклонными плоскостями друг к другу и имеющими между собой зазор, заполненный специальным клеем. Благодаря рассчитанным характеристикам, выполненный концентратор позволяет собирать солнечную энергию со всей приёмной поверхности и направлять её в торцы, на которых расположены фотоэлементы. Концентратор позволяет достигать 7ми кратной концентрации с КПД 75 %. КПД посчитан теоретически и подтверждён экспериментально. Концентратор имеет маленький вес и объём, имеет большую диаграмму направленности на солнце и не требует мощных систем охлаждения, позволяя обойтись пассивными радиаторами.

Проведены расчёты зависимости работы концентратора от наклона. Получено, что он эффективно работает в пределах  $-3$  до  $-0,1$  градусов по одной оси и от  $-30$  до  $+30$  градусов по другой оси, поэтому возможна ориентация даже только в одной плоскости. Но даже при таких условиях необходим солнечный трекер, осуществляющий движение, по крайней мере, по одной оси.

Солнечный трекер – это устройство, направляющее солнечную батарею или концентратор на солнечные лучи, позволяя выработать им в течение дня большее количество энергии. Трекеры бывают активные, пассивные и с ручной наводкой. Наиболее универсальные активные системы ориентирования. Также системы могут ориентироваться либо по одной, либо по 2м осям. Хотя двухосевая даёт небольшой выигрыш по сравнению с одноосевой системой, она сложнее и дороже, поэтому не всегда оправдывает себя [1]. Поэтому в условиях нашего географического положения мы предлагаем уникальный одноосевой активный солнечный трекер. Принцип его действия основан на аналогово-цифровом сигнале платы управления, которая позволяет отказаться от использования микроконтроллеров и шаговых двигателей, позволяя снизить цену системы и упростить её, сохраняя качество и надёжность.

Была выведена формула, которая была подтверждена практически, о зависимости мощности, доходящей до фотоэлементов, в зависимости от угла падения на солнечную батарею лучей. Получено, что без трекера солнечная батарея теряет около 40 % энергии [2].

Установка состоит из самой солнечной панели, платы управления, регулирующей поворот системы, аккумулятора, который питается от солнечной панели и от которого работает мотор, вращающий систему, и нагрузка, а также оптические концевики, не позволяющие вращаться батарее более чем на 200 градусов, предотвращая наматывание и излом проводов.

Главной частью установки является плата управления. Её принцип действия основан на 2х светодиодах, разведённых под углом около 40 градусов. Когда солнечное излучение падает больше на один из светодиодов, то формируется сигнал, который обрабатывают микросхемы, замыкающие противоположные по знаку полюса, начинает течь ток и работать мотор. Плата позволяет регулировать шаг системы. Изменяя сопротивление на реостате, можно добиться изменения времени между включениями солнечного трекера. Были произведены расчёты и выведена формула для зависимости мощности системы от шага ориентирования. Они показали, что наибольшей эффективности система достигает при шаге в 1 час для солнечных батарей и в 8 минут для концентраторов.

Использование трекера позволяет увеличить эффективность работы на 30–35 % для солнечных батарей и в несколько раз для концентратора. Применение же концентратора и трекера одновременно позволяет снизить стоимость солнечной энергии более чем в 2 раза.

#### *Литература*

1. Юрченко А.В., Китаева М.В., Охорзина А.В. Система слежения за солнцем для солнечной энергоустановки // Ресурсоэффективные технологии для будущих поколений. 2010. С. 210–221.
2. Вавилова О.С., Яшин Ю.П. Формулы Френеля – теория отражения 2003. СПб.: СПбГПУ – 9 с.

## **БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ФИЗИКЕ В КОЛЛЕДЖЕ**

*Т. Ю. Приступа*

*ОГБОУ СПО «Колледж индустрии питания, торговли и сферы услуг»,  
г. Томск, Россия*

Подготовка квалифицированных специалистов, конкурентоспособных на рынке труда, способных к компетентной, ответственной и эффективной деятельности по своей специальности на уровне мировых стандартов невозможна без повышения роли самостоятельной работы в образовательном процессе.

Увеличение доли самостоятельной работы студентов требует соответствующей реорганизации учебного процесса, модернизации учебно-методической документации, разработки новых дидактических подходов для глубокого самостоятельного освоения учебного материала, в связи, с чем возрастает доля методической работы преподавателей, относящаяся к руководству самостоятельной работы студентов.

Несмотря на многообразие форм самостоятельной работы студентов (СРС), можно выделить следующие основные признаки такой деятельности:

- наличие четко сформулированного задания и его дифференциация;
- регламентация всех видов заданий по объему и срокам выполнения;

- создание учебно-методического обеспечения, позволяющего преподавателю осуществлять руководство СРС без его непосредственного участия;
- место (роль) данного задания в общей системе деятельности (мотивационный аспект);
- форма контроля и оценка качества выполнения самостоятельной работы.

При изучении физики в ОГБОУ СПО «Колледж индустрии питания, торговли и сферы услуг» был разработан контроль над выполнением самостоятельной работы студентов с использованием балльно-рейтинговой системы оценки знаний.

Балльно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов сама по себе не нова – это система организации учебного процесса по освоению студентами основной образовательной программы среднего профессионального образования (СПО), при которой все знания, умения и навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины, систематически оцениваются по 100-балльной шкале (усвоение материала на 100%).

Балльно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов в колледже не отменяет традиционную систему, применяемую при промежуточной и итоговой аттестации (отлично, хорошо, удовлетворительно, зачтено, не зачтено), и наряду с последней является одним из компонентов системы управления качеством образования.

Следует отметить, что пятибалльная система оценки знаний имеет низкую чувствительность оценочной шкалы, что при широком спектре видов учебной деятельности, в том числе и самостоятельной, не позволяет четко и объективно дифференцировать результаты работы. К тому же эта шкала не исключает влияние внешнего, эмоционального оценивания преподавателем.

Основой настоящей системы оценки успеваемости студентов является структурирование учебного процесса и рабочей программы общеобразовательной дисциплины физика на логически завершённые, по тематике и по времени, модули, несущие определённую функциональную нагрузку и завершающиеся рубежным контрольным мероприятием.

Рабочая программа учебной дисциплины «Физика» является частью общеобразовательной подготовки студентов



в учреждениях СПО и составлена на основе примерной программы среднего (полного) общего образования по физике (базовый уровень).

Количество часов на освоение рабочей программы учебной дисциплины предусматривает:

- максимальную учебную нагрузку студента 254 часа, в т.ч.:
- обязательная аудиторная учебная нагрузка – 170 часа;
- самостоятельная работа студента – 85 часов.

Обязательная аудиторная учебная нагрузка, включает в себя:

- 14 лабораторных работ (по 2 часа каждая);
- 25 практических занятий, включающих в себя лекции, самостоятельные работы на проверку рефлексии и домашние задания;
- 5 контрольных работ, по основным модулям дисциплины (динамика, МКТ, электродинамика, колебания и волны, оптика).

Данная система должна отражать итоговый контроль знаний и посещаемость студентов. В системе среднего профессионального образования посещаемость студентами аудиторных занятий является проблематичным, по причине того, что студенты колледжей – это учащиеся, не достигшие совершеннолетия, и преподаватели несут ответственность за отсутствие студента на лекциях. Данное условие должно быть также отражено в контроле знаний по балльно-рейтинговой системе. Проанализировав все составляющие процесса обучения, нами была предложена следующая система оценки.

**Посещаемость** оценивается в 20 баллов, с учетом 170 часов аудиторной нагрузки – по 0,12 балла за каждый посещенный час (1 пара – 0,24 б);

**Лабораторные работы** оцениваются в 7 баллов – по 0,5 балла за каждую лабораторную работу. Лабораторные работы не допускают отсутствия студента, даже по уважительной причине. В случае если студент отсутствовал на занятии по болезни, он обязан сдать лабораторный практикум в течение двух недель, после выхода на учебу. При наличии задолженности по лабораторному практикуму студент не допускается на итоговый экзамен по дисциплине.

**Контрольные работы** оцениваются в 12,5 балла – по 2,5 балла за каждую контрольную работу. Включают в себя

несколько разделов физики, объединенных в модули по динамике, МКТ, электродинамике, колебаниям и волнам и оптике.

**Самостоятельные работы** оцениваются в 30,5 балла – по 1,22 балла за каждую самостоятельную работу. Последние включают в себя домашнее задание по задачнику Т.Ю. Приступа – «Сборник вопросов и задач по физике», для студентов 1 курса обучающихся по специальностям СПО. Данный дидактический материал предназначен для дифференцированной самостоятельной работы студентов на занятиях по дисциплине «Физика».

Оценка за самостоятельную работу студента складывается из расчета выполненного домашнего задания и работы, запланированной на занятии. В конце подачи лекционного материала студентам выдается задание на проверку рефлексии, которое, в случае успешного выполнения, оценивается в 0,3 балла, недостающее количество баллов добирается выполнением домашнего задания. Общее количество баллов не превышает 1,22.

Итоговый тест оценивается в 30 баллов и может быть замещен участием студента в ежегодной научно-практической конференции по дисциплинам естественно-научного цикла. Для подсчета общего числа набранных баллов используется табличный редактор Microsoft Excel.

Основными целями введения системы балльно-рейтингового контроля являются:

- формирование у студентов мотивации к систематической работе, как аудиторной, так и самостоятельной;
- снижение роли случайностей при сдаче экзаменов, зачетов;
- упорядочение, прозрачность и расширение возможностей применения различных видов и форм текущего, рубежного и промежуточного контроля;
- реализация индивидуального подхода в образовательном процессе;
- повышение состязательности в учебе для активизации личностного фактора;
- получение, накапливание и представление всем заинтересованным лицам, в том числе и родителям студентов, информации об учебных достижениях студента, группы за любой промежуток времени.

Для обработки и представления результатов, рейтинговой системы контроля самостоятельной работы студентов по физике, используется табличный редактор MS Excel.

MS Excel – это программа выполнения расчетов и управления электронными таблицами. Электронная таблица – основное средство, используемое для обработки и анализа цифровой информации средствами вычислительной техники. Хотя электронные таблицы в основном связаны с числовыми или финансовыми операциями, они также могут использоваться для различных задач анализа данных, предоставляя преподавателю большие возможности по автоматизации обработки данных. MS Excel позволяет выполнять сложные расчеты, в которых могут использоваться данные, расположенные в разных областях электронной таблицы и связанные между собой определенной зависимостью. Для выполнения таких расчетов в редакторе существует возможность вводить различные формулы в ячейки таблицы, в которых отображается результат. Доступен широкий диапазон формул – от простого сложения и вычитания до статистических вычислений.

Важной особенностью использования электронной таблицы является автоматический пересчет результатов при изменении значений ячеек.

С учетом вышеуказанной градации оценки знаний нами были созданы пять взаимосвязанных таблицы:

- количество баллов за посещаемость по 0,12 баллов за каждый посещенный час;
- оценка за самостоятельные работы за год по 1,22 балла за каждую;
- оценка за лабораторные работы по 0,5 баллов за каждую;
- оценка за контрольные работы по 2,5 баллов за каждую;
- итоговое количество баллов, набранное за год.

Формулы, реализующие вычисления в указанных таблицах, для адресации значений в ячейках используют ссылки, позволяющие нам определять общее набранное количество баллов в процессе всего учебного процесса, а не только на завершающем этапе. Каждая из таблиц завершается итоговым столбцом, в котором автоматически суммируются данные предыдущих ячеек, что позволяет, посредством ссылок, сводить итоговые значения в таблице – «Итоговое количество

баллов набранных за год», без ручного ввода данных. Что значительно упрощает работу преподавателя при подсчете набранных студентом баллов и переводе в пятибалльную шкалу. Данные таблицы дают объективную картину успешности студента в течение всего учебного года, так как обеспечивают контроль, над выполнением, как самостоятельной работы студентов, так и посещаемостью студента, за любой интересующий нас промежуток времени.

#### *Литература*

1. Приказ Минобразования №2654 от 11.07.02 [сайт «КонсультантПлюс»] URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=386683> (дата обращения: 27.01.2014).
2. Приказ Министерства образования и науки РФ №40 от 15.02.2005 г. «О реализации положений Болонской декларации в системе высшего профессионального образования Российской Федерации» [Сайт «КонсультантПлюс»] URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=360195> (дата обращения: 27.01.2014).
3. Microsoft Excel – программа обработки табличных данных [электронный ресурс] URL: <http://www.delcomp.ru/index.html> (дата обращения: 26.01.2014).

## **ФОРМИРОВАНИЕ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ НА УРОКАХ ФИЗИКИ**

*Л. Г. Прокопьева*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Научный руководитель: З. А. Скрипко, д.п.н., проф.*

Мир вокруг нас изменяется достаточно быстро, темпы его развития постоянно ускоряются. Поэтому способность к саморазвитию и самообразованию, умение и желание самосовершенствоваться определяют успешность сегодняшнего ученика. Государство, в свою очередь, заинтересовано в гражданине, который может проявлять гибкость, мобильность и креативность мышления. Поэтому перед школой сейчас стоит задача не просто дать выпускнику как можно больше знаний, а, обеспечив его общекультурное, личностное и познавательное развитие, вооружить его крайне важным умением – умением учиться.

Именно на это нацеливают учителей ФГОС нового поколения. В их основу заложен метапредметный подход, который базируется на понимании того, что главное, чему надо научиться и научиться в школе – творческое мышление. Данный подход предполагает, что ученик не только овладевает системой знаний, но и осваивает универсальные (надпредметные) способы действий, и уже с их помощью может самостоятельно получать информацию об окружающем мире.

Сегодня мы говорили лишь о метапредметном подходе и метапредметных результатах обучения в связи с формированием универсальных учебных действий (УУД) как психологической составляющей фундаментального ядра образования. В широком значении термин «универсальные учебные действия» означает умение учиться, т.е. способность субъекта к саморазвитию и самосовершенствованию путем сознательного и активного присвоения нового социального опыта. В более узком (собственно психологическом) смысле термин «универсальные учебные действия» определяется как совокупность способов действия учащегося (а также связанных с ними навыков учебной работы), обеспечивающих его способность к самостоятельному усвоению новых знаний и умений, включая организацию этого процесса [1].

Метапредметы – это новая образовательная форма, которая выстраивается поверх традиционных учебных предметов, то, что стоит за предметом или за несколькими предметами, находится в их основе и одновременно в корневой связи с ними.

Выделяют отдельные метапредметы такие как «Знак», «Проблема», «Задача», «Смысл», «Ситуация» и т.д. Например, в рамках метапредмета «Знак» у школьников формируется способность схематизации. Они учатся выражать с помощью схем то, что понимают, то, что хотят сказать, то, что пытаются помыслить или то, что хотят сделать.

В рамках другого метапредмета – «Знание» – формируется свой блок способностей. К их числу можно отнести, например, способность работать с понятиями, систематизирующую способность (т.е. способность работать с системами знаний).

Изучая метапредмет «Проблема», школьники учатся обсуждать вопросы, которые носят характер открытых, по сей день неразрешимых проблем. На метапредмете «Проблема»

учащиеся получают соответствующее оснащение для работы с проблемами: они осваивают техники позиционного анализа, умение организовывать и вести полипозиционный диалог, у них развиваются способности проблематизации, целеполагания, самоопределения и др.

На метапредмете «Задача» учащиеся получают знание о разных типах задач и способах их решения. При изучении метапредмета «Задача» у школьников формируются способности понимания и схематизации условий, моделирования объекта задачи, конструирования способов решения, выстраивания деятельностных процедур достижения цели [1].

Содержание метапредмета качественно отличается от содержания обычного учебного курса тем, что смысловое поле объектов познания в нём выходит за рамки традиционных учебных дисциплин и располагается как бы на метауровне. Результат познания этих объектов не сообщается ученику в качестве готового материала для усвоения, а добывается каждым учащимся посвоему в ходе организованной эвристической деятельности. [2]

Использование метапредметных технологий в преподавании традиционных учебных предметов позволяет демонстрировать учащимся процессы становления научных и практических знаний, переорганизовывать учебные курсы, включая в них современные вопросы, задачи и проблемы, в том числе значимые для молодежи.

Большое поле для формирования метапредметных результатов представляет собой предмет «физика». Рассмотрим более подробно на примере такой метапредметной деятельности как наблюдения. Осуществляя наблюдения за физическими объектами, которые в большом количестве нас окружают, можно формировать метапредметные знания о процессе наблюдения. Наблюдение является общенаучным методом познания. Наблюдение, восприятие, и составляющие его основу ощущения, есть непосредственное чувственное отражение человеком внешнего мира и регулятор взаимодействия человека с предметами и явлениями окружающей среды. Направленный характер является неотъемлемой чертой наблюдения, что отличает его от восприятия.

Восприятие может осуществляться на различных уровнях – если на низших уровнях процесс протекает как бы стихийно, то

в высших формах, связанных с мышлением, восприятие превращается в сознательно регулируемую деятельность наблюдения. Осознанное наблюдение, имеющее целевые установки и систематический характер превращается в метод научного познания.

Учитель на уроке физики организует наблюдение с учащимися так, что оно превращается в научный метод познания. В результате, используя полученные знания, учащиеся могут проводить и осмыслять различные процессы и явления в естественнонаучной, исторической, математической и других областях. Т.е. знание о правильно организованном процессе наблюдения становится метапредметным знанием.

Существуют различные классификации наблюдения. В основу классификаций кладут разные основания, и тогда виды наблюдения описываются следующим образом:

- в зависимости от условий наблюдения: полевые (в естественных условиях) и лабораторные (в искусственно созданных условиях, например в эксперименте);

- в зависимости от наличия или отсутствия четкой программы наблюдения: формализованные и неформализованные;

- в зависимости от участия наблюдателя в наблюдаемых событиях: включенные, участвующие;

- по частоте наблюдения: постоянные, повторные, однократные;

- по объему наблюдения: сплошные, выборочные;

- в зависимости от объекта наблюдения: внешние, объективные, самонаблюдение [4].

Выбор типов наблюдения зависит от его конкретных целей и условий.

К наблюдениям можно отнести все задания, выполнение которых опирается на чувственное восприятие. Заданий, использующих наблюдения, можно найти множество, все они предполагают активизацию восприятия и мышления. В перенесении теоретических знаний на реальные объекты проявляется более глубокое понимание явления, закона. В процессе наблюдения, может подтверждаться, либо опровергаться, какое либо предположение или закон. Простое созерцание чего либо, не является наблюдением, так как в плане получение знаний бесполезно. Поэтому чтобы наблюдения можно было отнести к методам познания необходимо выполнить следующие требования [3]:

- сформулировать цель наблюдения,
- определить методику наблюдения,
- выбрать приборы для наблюдения,
- зафиксировать результаты наблюдения и провести их анализ.

Правильно организованное наблюдение может являться методом научного познания окружающего мира. Так как этот метод наиболее эффективен для учеников, необходимо обратить особое внимание на формирование навыков наблюдения законов и объектов природы.

Каждый урок, каждое внеклассное занятие сегодня должны стать новой ступенью познания. Доброжелательность, умение увидеть в каждом личность, способную к творчеству и самовыражению, сопереживание и сердечность, а также профессионализм и высокие требования к себе и своему труду – вот те качества, какими должен сегодня обладать учитель.

Выбирая профессию учителя, мы обрекаем себя на постоянное обучение. Выбрать из нового главное и приемлемое для себя, научиться и научить пользоваться новыми технологиями, но не растерять самое главное и лучшее, что было в старой школе.

#### *Литература*

1. Пурышева Н.С., Ромашкина Н.В., Крысанова О.А. О метапредметности, методологии и других универсалиях // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2012. – № 1 (1). – С. 11–17.
2. Хуторской А.В. Метапредметное содержание образования с позиций человекообразности [Электронный ресурс] // Вестник Института образования человека. 02.03.2012 г. – <http://eidos-institute.ru/journal/2012/0302.htm>
3. Зорина Л.Я. Дидактические аспекты естественнонаучного образования. М., 1993.
4. Брызгалова С.И. Введение в научно-педагогическое исследование: Учебное пособие. 3-е изд., испр. и доп. – Калининград: Изд-во КГУ, 2003. – 151 с.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ГОТОВНОСТИ БУДУЩИХ МЕДИКОВ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ**

*С. С. Севрюгина*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*



Совершенствование личности на сегодня становится ведущим средством и приоритетной целью образования. Этим определяется необходимость пересмотра содержания, форм и методов профессиональной подготовки с ориентацией на такую «модель специалиста», когда главным становится формирование личности, способной самостоятельно пополнять свои знания после окончания учебного заведения. Для успешной профессиональной подготовки будущих врачей важно определить формы и методы организации управления такой сферой воспитательного воздействия, как самовоспитание и профессиональное самосовершенствование. Вопрос обеспечения профессионального совершенствования и самосовершенствования стал предметом внимания в отечественной педагогике во второй половине XX в. Ученые начали исследовать познавательные интересы учащихся (М.Н. Скаткин, Г.И. Щукина), предпосылки самостоятельного выполнения учащимися творческих заданий и особенности развития их самостоятельно (А.К. Громцева, В. Бондаревский, Е.В. Заика).

Относительно профессионального образования необходимо отметить, что на сегодняшний день разработано несколько концептуальных подходов к подготовке специалистов. Исследователи единодушны в том, что для самосовершенствования личности важнейшее значение имеет гуманистическая образовательная парадигма. В этом случае студент становится полноценным субъектом учебно-воспитательного процесса и своей жизни. Процесс обучения должен быть построен так, чтобы удовлетворять образовательные, личностные потребности обучающихся.

Проблемы организации обучения с акцентом на необходимость формирования готовности к профессиональному самосовершенствованию исследовала К.А. Абульханова-Славская. Она считает, что руководство процессом самосовершенствования студентов будет более эффективным, если рассматривать его как сложную функциональную систему, студент осознает структуру этой системы и участвует в ее реализации.

Для совершенствования профессиональной подготовки студентов медицинских специальностей необходимо использовать и образовательный процесс в рамках базового цикла, в частности, при изучении физики.

При изучении физики студентами медицинского колледжа им предлагается выполнение информационных проектов по тематике медицинских приборов. Каждый проект соответствует определенной теме. Так, при изучении темы магнетизм, выполняются проекты – магнитотерапия, МРТ, магнитно-импульсный аппарат. При изучении оптики – кольпоскоп.

В ходе выполнения проекта студенты изучают назначение прибора, историю создания прибора, принцип его действия, излагая эти дополнительные сведения всей группе при презентации проекта. Это расширяет кругозор самого докладчика и слушателей, формируют различные компетенции, в частности, – регулятивные, личностные. Такая подготовка помогает студентам совершенствоваться профессионально, быть более уверенными в своем будущем.

#### *Литература*

1. Громцева А.К. Формирование у школьников готовности к самообразованию. – М.: Педагогика, 1983. – 145 с.
2. Елканов С.Б. Основы профессионального самовоспитания будущего учителя: Уч. пос. – М.: Просвещение, 1989. – 189 с.
3. Подоляк Л.Г., Юрченко В. И. Психология высшей школы: Учебник. – К.: Каравелла, 2008. – 352 с.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОДАРЕННОСТИ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ**

*И. А. Ситникова*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*  
Научный руководитель: М. А. Червонный, к.пед.н., доц.

Гоголь и Бунин не могли учиться в гимназиях. Для родителей учеба мальчиков была проблемой... Прошло время – дети стали талантливыми и состоявшимися прозаиками! Блок – блестяще учился в школе и был талантливым и одаренным человеком во многих областях. Если Пушкина бы заставили сдавать ЕГЭ по физике – он остался бы без аттестата?..

На рубеже веков в нашем обществе возник интерес к одаренным детям как к будущей интеллектуальной и творческой элите, от которой будет зависеть «коридор возможностей»

дальнейшего развития страны. В национальной образовательной инициативе «Наша новая школа» Д. Медведев подчеркивает, что одновременно с реализацией стандарта общего образования должна быть выстроена разветвлённая система поиска и поддержки талантливых детей, а также их сопровождения в течение всего периода становления личности.

Это делает необходимым широкое обсуждение проблем, связанных с выявлением и развитием одаренных детей; с возможностью построения грамотных прогнозов и эффективных способов коррекции проблем, которые возможны у одаренных детей. Интерес к проблеме развития детской одаренности и со стороны исследователей и практиков довольно высокий. Этим вопросом задаются и зарубежные ученые-исследователи, и наши соотечественники (Вергеймер М., Брушлинский А. В., Выготский Л. С., Эльконин Д. Б., Бабаева Ю. Д., Богоявленская Д. Б., Рензулли Дж., Шадриков В. Д., Шумакова Н. Б., и др.). Сложность решения этих задач определяется наличием широкого спектра подчас противоречащих друг другу подходов к указанной проблеме, в которых трудно разобраться учителям и родителям. В 90-х годах наиболее популярные концепции одаренности, созданные в рамках подхода, согласно которому одаренность рассматривается как интегральное, не сводимое к интеллекту, креативности или когнитивным функциям свойство личности, принадлежат: Дж. Рензулли и российским ученым, разработавшим «Рабочую концепцию одаренности».

Создание условий, обеспечивающих выявление и развитие одаренных детей, реализацию их потенциальных возможностей, является одной из приоритетных задач современного общества.

Существуют две крайние точки зрения: «все дети являются одаренными» – «одаренные дети встречаются крайне редко». Ирония судьбы заключается в том, что каждый человек рождается с богатейшими творческими способностями. Все маленькие дети – прирожденные строители, ученые, музыканты и поэты. Но по мере взросления мысли о творчестве возникают все реже, многие не могут полностью реализовать свой творческий потенциал, так как им никто и никогда не объяснял, как пользоваться естественными творческими навыками и как развить их.

Выявление одаренности посредством какой-либо одно-разовой процедуры тестирования невозможно, но существующие тесты интеллекта и креативности могут быть использованы для описания индивидуальности конкретного одаренного ребенка и отслеживания динамики конкретных показателей его психического развития.

Нами была исследована группа детей (7–9 классы) на определение признаков интеллектуальной, академической, психомоторной, творческой, лидерской и художественно-исполнительской одаренности. Для заполнения листов наблюдений, осуществления диагностик привлекались учителя-предметники, классные руководители и родители.

Кроме этого был проведен анализ самоопределения предпочтительных видов деятельности детей. Предложенный учащимся тест состоял из 90 утверждений, из которых они должны были выбрать те, которые справедливы по отношению к каждому. Данная диагностика позволила определить наличие целеустремленности, потребности в творческом общении, умении управлять собой, оригинальность и богатство фантазии, умение быть настойчивым и доказательным, наличие интереса к культурным ценностям, наличие логических и аналитических навыков, стремление к техническому изобретательству, наличие стремления к простым исследованиям.

Анализ результатов диагностики учащихся показал, что высокий уровень одаренности у 18%, средний – у 47% и низкий у 35% учащихся. При этом из *признаков интеллектуальной одаренности* слабо выражены навыки планирования, способность ставить и решать проблему, аналитический ум, из *признаков академической одаренности* – способность классифицировать материал, способность конструктивного овладения терминологией. Предмет физика позволяет развивать выявленные слабовыраженные признаки в полной мере.

Только в интеграции урочной и внеурочной деятельности возможно *формирование интеллектуальной одаренности школьников при обучении физике*, так как появляется возможность создать особую интеллектуальную, развивающую среду.

Интеллектуальную одаренность можно развивать, решая нестандартные задачи, олимпиадные задания, связанные с темой урока, задачи практического содержания, показывая

школьникам неожиданные применения физических знаний в практической жизни, предлагая им решить одну и ту же задачу разными способами.

Научно-исследовательская деятельность учащихся, школьные научные общества, предметные кружки – все это позволяет найти ребенку единомышленников, с которыми можно посоветоваться и поделиться результатами своих исследований.

Таким образом, работу со школьниками по развитию интеллектуальной одаренности можно построить по следующему алгоритму:

1. Первичная диагностика, определение проблем.
2. Создание развивающей образовательной среды.
3. Диагностика продвижения каждого ребенка.
4. Отслеживание результатов, формирование портфолио.

Работа по развитию интеллектуальной и академической одаренности учащихся изменила мое личное отношение к самой проблеме, помогла по другому посмотреть на детей, организацию их деятельности на уроке и во внеурочных занятиях. Потребовала глубокого изучения специальной литературы, психологии.

Любознательность моих учеников пока не угасает, они участвуют в предметных олимпиадах очных и заочных, научно-практических конференциях, форумах, предметных конкурсах и т. д. (есть победители и призеры).

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ РЕГУЛЯРНО АРМИРОВАННОГО КОМПОЗИТА С УЧЕТОМ МЕЖФАЗНОГО СЛОЯ**

*Ю. В. Советова, Ю. Н. Сидоренко*

*Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: В. А. Скрипняк, д.ф.-м.н., проф.

Композиты – материалы, образованные в результате объединения двух фаз, и обладающие свойствами, отличными от свойств исходных компонентов. Такие материалы лучше приспособлены к определенным условиям их использования, что способствует развитию технологии их производства и широкому применению. Одной из основных задач механики композитов является оценка прочностных свойств таких материалов.

В данной работе элементарный объем композиционного материала рассматривается как сочетание непрерывной матрицы с дискретными включениями, между которыми существует граничный слой. Формирование межфазного слоя происходит в течение определенного времени, причем длительность процесса зависит от вязкости связующего, его молекулярной массы, физико-химических свойств, скорости его отверждения, размеров и структуры пор в волокне [1]. В любом случае без учета свойств образовавшегося граничного слоя невозможно рассчитать эффективные характеристики композита.

Моделируется поведение представительного объема композита в условиях одноосного внешнего нагружения. По эффективным свойствам представительного объема можно судить о механических свойствах композита в целом. Поскольку рассматривается регулярная структура армирования материала, в качестве представительного объема выбирается ячейка периодичности. При ее моделировании учитываются условия симметрии, что позволяет рассматривать четвертую часть расчетной области (рис. 1).

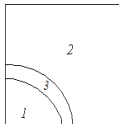
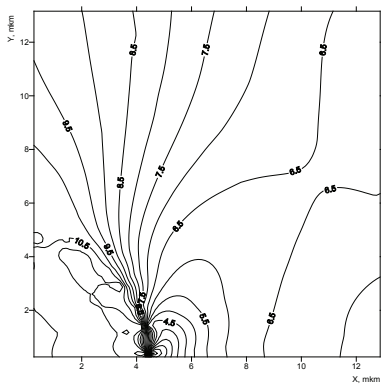


Рис. 1. Элементарный объем композита: 1 – включение, 2 – матрица, 3 – граничный слой

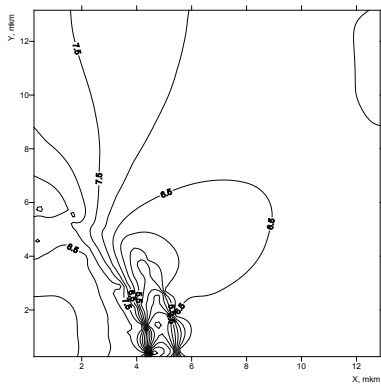
Для матрицы выбраны свойства эпоксидной смолы, а для включения – свойства стекловолокна [2]. Свойства граничного слоя определялись из предположений, что его характеристики могут быть ниже свойств матрицы и выше свойств матрицы, но не выше свойств включения. Предполагалось, что граничный слой имеет непостоянную толщину.

Для того чтобы доказать необходимость учета наличия в композите межфазного слоя проведен сравнительный анализ двух моделей композита: с отсутствием межфазного слоя и с его учетом. Отсутствие межфазного слоя приводит к более выраженным градиентам напряжений. Сгущение изолиний происходит в окрестности границы матрица – включе-

ние (рис. 2). Можно заметить, что при отсутствии граничного слоя амплитуды напряжений в окрестности включения больше, чем в случае его учета.



а)



б)

Рис. 2. Изолинии интенсивности напряжений при одноосном растяжении а) в случае отсутствия межфазного слоя; б) с учетом межфазного слоя

Таким образом, можно сказать, что существование граничного слоя приводит к уменьшению концентрации напряжений в окрестности границы раздела фаз.

Проводилось численное моделирование регулярно армированного композита с учетом наличия межфазного слоя для

ряда значений предела прочности, модуля упругости и толщины и находились значения эффективного предела прочности.

Проанализировав полученные результаты, можно прийти к выводу, что с ростом объемного содержания менее жесткого и прочного граничного слоя, эффективный предел прочности и предельные деформации заметно снижаются. Когда граничный слой более жесткий и прочный, с ростом его объемного содержания эффективный предел прочности перестает снижаться, а предельные деформации уменьшаются.

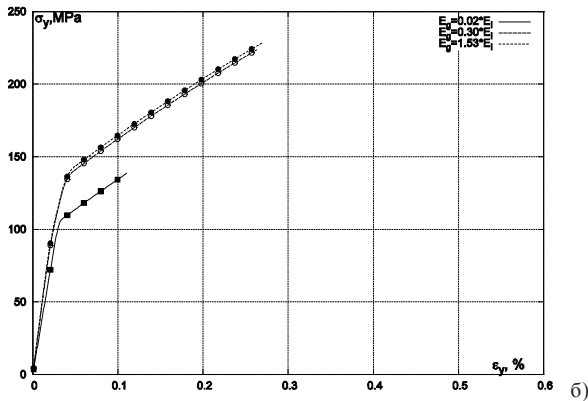
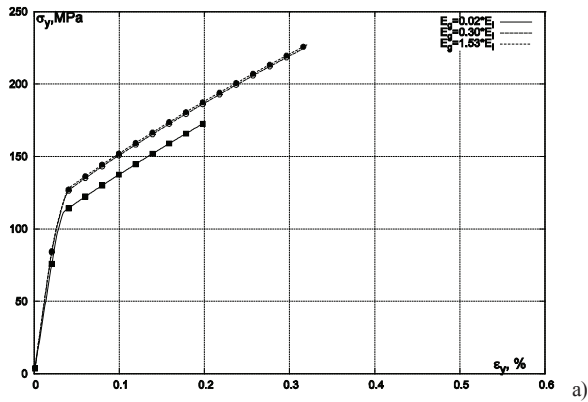


Рис. 3. Кривые деформирования для предела прочности граничного слоя  $\sigma_g = 350$  МПа, толщина граничного слоя  $t_3 = 0.36 \cdot r_i$



На основе полученных результатов можно построить математическую модель исследуемого композита. Граничный слой композита характеризуется тремя величинами: модулем упругости, пределом прочности и толщиной. В зависимости от того, какими свойствами обладает межфазный слой, меняется поведение композита в целом. Для того чтобы облегчить задачу нахождения предельных характеристик всего композита, строится регрессионная модель композита.

Математическая форма, рассматриваемая как модель исследуемого объекта, представляется уравнением, в котором отклик композита на напряжение выражается через различные комбинации факторов и содержит постоянные коэффициенты, параметры уравнения. В данной работе используется линейное относительно факторов и параметров уравнение. Параметры этого уравнения определяются из результатов проводимого для построения модели эксперимента.

Линейная модель имеет вид:

$$y = \sum_{i=1}^k \Theta_i \cdot f_i(\bar{x}), \quad (1)$$

где  $\Theta_i$  – коэффициенты уравнения регрессии (параметры),  $f_i(\bar{x})$  – функции факторов – регрессоры.

Для построения линейного уравнения регрессии составлялась матрица  $M$ , состоящая из четырех вектор-столбцов: отклика на нагружение всего композита  $S$  и трех факторов – модуля упругости граничного слоя  $E$ , его толщины  $t$  и предела прочности  $s$ . Вычислялись средние по столбцам, дисперсии по столбцам, средние отклонения и коэффициенты корреляции между данными столбцами. Коэффициенты корреляции являются элементами корреляционной матрицы. С помощью этой матрицы вычисляются необходимые коэффициенты в линейном уравнении регрессии (1):

$$S = b_1 \cdot E + b_2 \cdot t + b_3 \cdot s \quad (2)$$

Уравнение записывается в центрированных переменных (3):

$$S = b_1(E - Ec \cdot J) + b_2(t - tc \cdot J) + b_3(s - sc \cdot J) + Sc \cdot J \quad (3)$$

После проведения расчетов это уравнение преобразуется к виду (4):

$$S = 9.547 - 0.0002173 \cdot E - 0.154 \cdot t + 0.335 \cdot s \quad (4)$$

На рис. 4 приведены для сравнения, наблюдаемые и вычисленные по построенному уравнению регрессии значения отклика [3].

Числовым показателем, характеризующим свойства уравнения регрессии, является коэффициент детерминации. Близость коэффициента детерминации  $R$  к 1 свидетельствует о хорошем качестве модели. По проведенным расчетам коэффициент детерминации  $R=0.716$ . Следовательно, построенная модель хорошего качества.

Используя построенную регрессионную модель, можно определять эффективные свойства в композите, задавая свойства межфазного слоя.

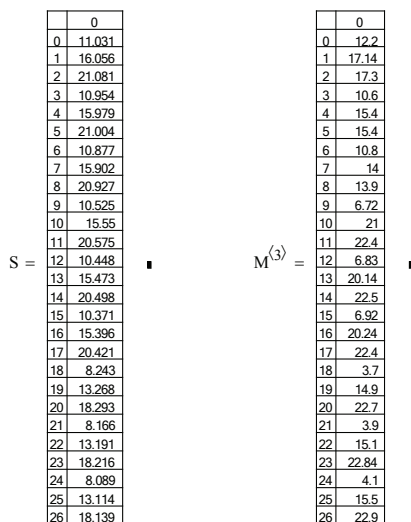


Рис. 4. Вычисленные по уравнению регрессии и наблюдаемые значения предельных напряжений во всем композите

Проводилось численное моделирование регулярно-армированного композита с учетом наличия межфазного слоя для ряда значений предела прочности, модуля упругости и толщины. На основе полученных данных можно сделать следующие выводы:

– показано, что рост объемного содержания межфазного слоя приводит к снижению эффективного предела прочности композита;

– построена регрессионная модель, позволяющая определять эффективные свойства регулярно-армированного композита с учетом свойств межфазного слоя.

#### *Литература*

1. Новиков В.У. Моделирование межфазного слоя в анизотропных материалах / В.У. Новиков, О.Ю. Бурьян // Прикладная физика. 2000. № 1. С. 67–78.
2. Сидоренко Ю.Н. Конструкционные и функциональные волокнистые композиционные материалы. Томск, 2006. 123 с.
3. Мерзляков В.Д., А.В. Мерзляков. Практикум по математической статистике (Ч. 3). Томск: Томский государственный университет, 2004. 25 с.

### **РАЗВИТИЕ ДИВЕРГЕНТНОГО МЫШЛЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ НА УРОКАХ ФИЗИКИ**

*Р.Р. Юсупова*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Научный руководитель: М.А. Червоный, к.пед.н., доц.*

Современный этап развития образования предполагает переход от привычных методов обучения к основательно новой по содержанию организации учебной деятельности. Одной из приоритетных задач современной школы, является развития разных сторон мышления и личности школьника. [1] Современная практика показывает, что в процессе обучения профильному предмету у учащихся утрачивается элементарный уровень развития дивергентного мышления. Этим вопросом занимались такие ученые как Д.Гилфорд, Г. Грубер, Е. Торранс, в своих работах они актуализируют необходимость развития дивергентного мышления в процессе образования школьников. Д. Гилфорд в своих работах, первым рассмотрел дивергентное мышление и дал следующее определение: «тип мышления, идущий в различных направлениях» [2], другими словами его определение можно трактовать, как форма мышления, основанная на стратегии генерирования множества решений одной единственной задачи. Дивергентное мышление противоположно конвергентному. Гарри Алдер, говорит о конвергентном мышлении, как предполагающие одно-единственное правильное решение

проблемы. [3] Другими словами – эта форма мышления, основана на стратегии точного использования предварительно усвоенных алгоритмов решения определенной задачи, т.е. когда дана инструкция по последовательности и содержанию элементарных операций по решению той или иной задачи. Данный вид мышления формируется при использовании традиционных форм обучения, этот способ мышления демонстрирует поиск одного правильного решения.

Исследованием дивергентного мышления занимался академик А.М. Матюшкин, теоретические положения которого, показывают структуру продуктивного мыслительного акта, включая в себя порождение проблемы и формулирование мыслительной задачи, а также поиск решения и его обоснование. [4]

В свою очередь И. Хайн, Д. Роджерс, говорят о важнейшей характеристике дивергентного мышления которая способствует становлению и проявлению исследовательской компетенции.

Анализируя работы посвященные проблеме становления дивергентного мышления Д. Гилфорда, Г. Грубера, Е. Торранса, и учитывая исследовательские работы Н.В. Кузьминой, В.А. Сластенина, В.И., Г.С. Сухобской, Е.Л. Прасоловой и других деятелей, можно прийти к выводу о структуре дивергентного мышления (см. табл. 1).

Определение динамики формирования дивергентности является необходимым для достижения планомерных показателей в обучении. С этой целью очень важно использовать экспериментальные задачи в обучении школьников.

Таблица 1

№	Основные характеристики дивергентного мышления	Способы проявления составляющих дивергентного мышления
1	Целостность и системность	Создание целостного образа предположительной системы
2	Рефлексивность	Способность оценки уровня своих личных возможностей и компетентностей
3	Инновационность	Потребность преобразования и поиска новых решений одной проблемы
4	Критичность	Обнаружение разного рода несоответствий, анализ вещей и событий

5	Способность к само-определению в ситуации неопределенности	Владение информацией, позволяющей ориентироваться в потоке новых идей, способность к быстрой адаптации
6	Гибкость	Способность к системной перестройке мышления
7	Продуктивность	Способность генерировать новые идеи

Для нахождения более эффективного способа создание методики способствующей развитию формы дивергентного мышления, необходимо использовать четко разработанный инструментарий, рассматривать практическую часть занятий как потенциал к формированию дивергентного мышления.

Нами был организован и проведен ряд тестовых работ для выявления у детей и учащихся разно возрастных групп (от 5 до 17) лет способности к дивергентному мышлению.

В тестовых заданиях учтены все факторы проявления способности к дивергентному мышлению, к ним относятся:

1. беглость мысли – количество идей, возникающих в единицу времени;
2. гибкость мысли – способность переключаться с одной идеи на другую;
3. оригинальность – способность производить идеи, отличающиеся от общепризнанных взглядов;
4. любознательность – чувствительность к проблемам в окружающем мире, способность к разработке гипотезы;

Анализ принципов развития дивергентного мышления, показал, что дети старшего дошкольного возраста имеют ряд преимуществ, в способности дивергентно мыслить в нестандартных ситуациях. У детей есть определенная готовность находить неординарные и разно уровневые решения определенной задачи, которая имеет конечный результат и приобретает одно решение.

Ученики старших классов наоборот, способны в большей степени мыслить конвергентно, т.е. действовать по заранее выбранному маршруту, шаблону. В результате взросления у школьников планомерно теряется способность к дивергентному мышлению. Таким образом, ученики не имеет возможности применять полученные в процессе образования знания и умения в жизни.

Для положительного результата и прироста уровня развития дивергентного мышления, необходимы условия внедрения

разработанной нами методики преподавания, включающей отобранные принципы обучения, которые ориентированы на определенный стиль обучения, отбор и применение комплекса исследовательских заданий, разработка инструментария. В исследовательских заданиях отражены возможности развития дивергентного мышления учащихся, выявленные в соответствии с разработанными критериями и показателями.

Нами был разработан курс, который основывается на использование совокупности применения исследовательских задач с использованием метода «Черного ящика». Черный ящик – это непрозрачный предмет правильной геометрической формы, имеющий выводы, для снятия выходных показаний, внутри которого располагается заранее не известная ученикам электрическая схема. При помощи мультиметра, ученики определяют выходные данные. Задача состоит в определении электрической схемы собранной внутри непрозрачного предмета. Инструментарием служили шестнадцать непрозрачных предметов, имеющие различные электрические схемы. В исследовании принимали участие ученики старших классов из разных школ города. Занятие проводилось на базе Центра дополнительного физико-математического и естественнонаучного образования ТГПУ.

Опытно-экспериментальная работа по формированию дивергентного мышления по средствам исследовательских задач, проводилась с учётом анализа и диагностирования.

Итогом стали положительные изменения в применении дивергентного мышления учащихся при решении задач исследовательского характера.

По средствам решения исследовательских задач, нами были выделены условия, положительно действующие на эффективность развития дивергентного мышления учащихся в учебно-воспитательном процессе:

1. создание на занятиях благоприятного коллективного сотрудничества, направленного на создание исследовательской группы, поддержка инициативы обучающихся;
2. создание условий дающих возможность для обеспечения успеха в обучении каждого ученика;
3. возможность самостоятельно мыслить, выдвигать гипотезы, подводить итоги;

4. строить предположения на основе понимания множественности смыслов одного и того же понятия, позиции, теории;

5. находить несколько правильных решений одной задачи.

Таким образом, в процессе учебно-воспитательной работы, организованной с учётом необходимости формирования дивергентного мышления учащихся, была достигнута цель исследования.

Выдвинутые нами и целенаправленно внедряемые в учебно-воспитательный процесс условия и принципы формирования дивергентного мышления учащихся на уроках физике, а так же в системе дополнительного образования, оказались эффективными. Удалось выявить не только положительную тенденцию развития данного вида мышления, но и указать на связь между основополагающими характеристиками и принципами дивергентного мышления при изучении профильному предмету в школе.

#### *Литература*

1. Червонный М.А., Юсупова Р.Р. Развитие мышления в процессе обучения физике, сборник научных трудов, выпуск 9, Омск, 2013. С. 55.
2. Guilford J.P. The nature of human intelligence. NY., 1968.
3. Алдер Г. CQ, или мускулы творческого интеллекта // Фаир-пресс. М., 2004. С. 40.
4. Матюшкин А.М. Развитие творческой личности. М., 1991. 180 с.

# АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ

---

## БУЛЕВА АЛГЕБРА КОМПОНЕНТ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА L-ГРУППЫ

Ю. А. Дёмина

Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия

Научный руководитель: А. И. Забарина, к.ф.-м.н., доц.

Понятие **булевой алгебры** было введено английским математиком Дж. Булем в XIX веке. Оно нашло применение в самых различных областях математики и математической логики: теории вероятностей, функциональном анализе, теории множеств. В работе приведены примеры булевых алгебр с использованием различных решеточно упорядоченных групп.

Цель работы – используя свойства l-группы, построить на множестве всех компонент положительного элемента этой группы булеву алгебру.

Для построения нам понадобятся следующие понятия.

**Определение 1.** Упорядоченная группа  $\langle G, \cdot, \leq \rangle$  называется решеточно упорядоченной (l-группой), если  $\langle G, \leq \rangle$  – решетка. [1, с. 21]

**Замечание 1.** Каждая линейно упорядоченная группа является l-группой.

Приведем некоторые свойства упорядоченных и l-упорядоченных групп, доказанные в [1, с. 22,24].

Пусть  $\langle G, \cdot, \leq \rangle$  – произвольная упорядоченная группа. Из монотонности порядка относительно умножения непосредственно вытекает, что:

$$1.1 \quad \forall_G x, y, z (x \leq y \Rightarrow z^{-1}xz \leq z^{-1}yz);$$

$$1.2 \quad \forall_G x, y (x \leq y \Rightarrow y^{-1} \leq x^{-1});$$

$$1.3 \quad \forall_G x, y, z, t (x \leq y, z \leq t \Rightarrow xz \leq yt).$$

Во всякой l-группе справедливы следующие соотношения:

$$1.4 \quad u(x \vee y)v = uxv \vee uyv;$$

$$1.5 \quad u(x \wedge y)v = uxv \wedge uyv;$$

$$1.6 \quad (x \vee y)^{-1} = x^{-1} \wedge y^{-1}, (x \wedge y)^{-1} = x^{-1} \vee y^{-1};$$

$$1.7 \quad x(x \wedge y)^{-1}y = x \vee y, x(x \vee y)^{-1}y = x \wedge y.$$



Решетка  $l$ -группы дистрибутивна, а следовательно,

$$1.8 \quad \forall_L x, y, z (x \vee y = x \vee z, x \wedge y = x \wedge z \Rightarrow y = z);$$

$$1.9 \quad \forall_L x, y, z (x \vee 0y) \wedge z = (x \wedge z) \vee (y \wedge z);$$

$$x, y, z (x \wedge z) \vee (y \wedge z) = z \wedge (x \vee y).$$

Зафиксируем элемент  $g > e$ .

**Определение 2.** Элемент  $x \in G$  называется компонентой элемента  $g$  в группе  $G$ , если  $\inf\{x, gx^{-1}\} = e$ .

Обозначим множество всех компонент элемента  $g$  через  $Ag$ :

$$A_g = \{x \in G \mid x \wedge gx^{-1} = e\}$$

**Предложение 1.** Множество всех компонент элемента  $g$  не пусто:  $A_g \neq \emptyset$ .

Действительно, сам элемент  $g \in A_g$ :  $g \wedge gg^{-1} = g \wedge e$ ; так как  $g > e$  то  $g \wedge gg^{-1} = e$ . Заметим также, что  $e \in A_g$ :  $e \wedge e = e$ .

Итак, в  $A_g$  существуют элементы  $g$  и  $e$ . Следовательно,  $Ag \neq \emptyset$ .

**Определение 3.** Пусть  $x \in G$ . Элемент  $x \vee x^{-1}$  называется модулем элемента  $x$ :  $|x| = x \vee x^{-1}$ .

Справедливо следующее

**Замечание 2.** Если  $x \geq e$ , то  $|x| = x$ .

Действительно, согласно 1.2 так как  $x \geq e \Rightarrow e \geq x^{-1} \Rightarrow x^{-1} \leq x$ , отсюда  $|x| = x$ .

Важным понятием в теории  $l$ -групп, является бинарное отношение ортогональности.

**Определение 4.** Элементы  $a, b$   $l$ -группы  $G$  называются ортогональными, если  $|a| \wedge |b| = e$ . Обозначают бинарное отношение ортогональности знаком  $\perp$ .

Одно из свойств ортогональных элементов  $l$ -группы указано в следующем предложении.

**Предложение 2.** Если два элемента решеточно упорядоченной группы  $G$  ортогональны  $a \perp b$ , то  $a \vee b = ab = ba$  [1, с. 29].

Докажем следующее

**Предложение 3.** Если  $x \in A_g$ , то элементы  $x$  и  $gx^{-1}$  – ортогональны:  $x \perp gx^{-1}$ .

**Доказательство.**

Вспользуемся определением 4, покажем, что  $|x| \wedge |gx^{-1}| = e$ . Так как  $x \in A_g$ , то  $x \geq e$ : согласно замечанию 2  $|x| = x$ . Аналогично  $|gx^{-1}| = gx^{-1}$ .

Тогда получаем  $|x| \wedge |gx^{-1}| = x \wedge gx^{-1} = e$ , то есть  $x \perp gx^{-1}$ .

Таким образом, согласно **предложению 2** для любой компоненты  $x$  элемента  $g$  имеют место равенства:

$$x \vee gx^{-1} = xgx^{-1} = g \quad (*)$$

Приведем, наконец, формулировку теоремы Хантингтона, в которой указан один из вариантов аксиоматики булевых алгебр. [2, с. 65]

**Теорема 1.** Пусть  $\langle A, \vee, ' \rangle$  алгебраическая система с одной бинарной операцией « $\vee$ » и одной унарной операцией « $'$ » и пусть, по определению,  $\forall_A a, b (a \wedge b = (a' \vee b'))$ . Если при этом:

C1.  $\langle A, \vee \rangle$  – коммутативная полугруппа;

C2.  $(a \wedge b) \vee (a \wedge b') = a$ ,

то  $\langle A, \vee, \wedge, ' \rangle$  – является булевой алгеброй.

Докажем следующую теорему.

**Теорема 2.** Множество всех компонент положительного элемента  $l$ -группы образует булеву алгебру. [2, с. 409]

Согласно теореме Хантингтона, для того, чтобы на множестве  $A_g$  построить булеву алгебру, можно поступить следующим образом:

1. Убедимся, что бинарная алгебраическая операция « $\vee$ » (sup), определенная на решетке  $\langle G, \leq \rangle$ , является бинарной алгебраической операцией на  $A_g$ .

Зададим на  $A_g$  унарную алгебраическую операцию « $'$ ».

Таким образом, получим алгебраическую систему  $\langle A_g, \vee, ' \rangle$ .

2. Убедимся, что  $\forall_{A_g} x, y (x' \vee y') = x \wedge y$ , где « $\wedge$ » бинарная алгебраическая операция (inf) на  $\langle G, \leq \rangle$ .

3. Проверим выполнение условий C1, C2.

1. Покажем, что  $\forall_{A_g} x, y (x \vee y) \in A_g : (x \vee y) \wedge g(x \vee y)^{-1} = e$ .

Используя свойства **1.6, 1.8, 1.9**, вычислим:  $(x \vee y) \wedge g(x \vee y)^{-1} = (x \vee y) \wedge g(x^{-1} \wedge y^{-1}) = (x \vee y) \wedge (gx^{-1} \wedge gy^{-1}) = (x \wedge gx^{-1} \wedge gy^{-1}) \vee (y \wedge gx^{-1} \wedge gy^{-1})$ . Так как  $x, y \in A_g \Rightarrow x \wedge gx^{-1} = e$  и  $y \wedge gy^{-1} = e$ . Тогда  $(e \wedge gy^{-1}) \vee (gx^{-1} \wedge e) = e \vee e = e$ .

Таким образом, « $\vee$ » – бинарная алгебраическая операция на  $A_g$ .

Положим  $\forall_{A_g} x (x' = gx^{-1})$ . Убедимся, что  $gx^{-1} \in A_g$ . Для этого покажем, что  $(gx^{-1}) \wedge g(gx^{-1})^{-1} = e$ .

Проведем вычисления, пользуясь свойствами **1.5, 1.6**:  $(gx^{-1}) \wedge g(gx^{-1})^{-1} = gx^{-1} \wedge gxg^{-1} = g(x^{-1} \wedge xg^{-1}) = g(x \vee gx^{-1})^{-1}$ . Согласно (\*) получаем  $x \vee gx^{-1} = g$ . Тогда  $g(x \vee gx^{-1})^{-1} = e$ .

Итак,  $\langle Ag, \vee, ' \rangle$  – алгебра.

2. Пусть  $x, y \in Ag$ . Вычислим  $(x' \vee y)'$ .

$$(x' \vee y)' = g(gx^{-1} \vee gy^{-1})^{-1} = g((gx^{-1})^{-1} \wedge (gy^{-1})^{-1}) = g(xg^{-1} \wedge yg^{-1}) = gxg^{-1} \wedge gyg^{-1}. \text{ Воспользовавшись } (*), \text{ получим: } gxg^{-1} \wedge gyg^{-1} = xgx^{-1}xg^{-1} \wedge ygy^{-1}yg^{-1} = x \wedge y.$$

Таким образом,  $x \wedge y = (x' \vee y)'$ .

3. Проверим теперь условия C1 и C2.

C1: согласно пункту 1, коммутативности и ассоциативности операции  $\vee$  в решетке  $\langle G, \leq \rangle$ , алгебра  $\langle A_g, \vee \rangle$  является коммутативной полугруппой.

C2: покажем, что  $\forall_{Ag} x, y (x \wedge y) \vee (x \wedge gy^{-1}) = x$ .

Воспользуемся свойством 1.9  $(x \wedge y) \vee (x \wedge gy^{-1}) = x \wedge (y \vee gy^{-1})$ , применим (\*) получим  $x \wedge g = x$ , так как  $\forall_{Ag} x (x \leq g)$ , то  $x \wedge g = x$ .

Итак, согласно теореме Хантингтона  $\langle A_g, \vee, \wedge, ' \rangle$  является булевой алгеброй.

Приведем примеры булевых алгебр, используя конкретные l-группы.

1. Рассмотрим произвольную линейно упорядоченную группу  $\langle G, \cdot, \leq \rangle$ , согласно **замечанию 1** она является l-группой. Зафиксируем  $g > e$ , тогда  $A_g = \{x \in G \mid x \wedge gx^{-1} = e\}$ . Так как  $A_g$  – линейно упорядоченная группа, то  $x \leq gx^{-1} \vee gx^{-1} \leq x$ . Следовательно,  $x = e \vee gx^{-1} = e$ , то есть  $g = x$ . Таким образом, получаем двухэлементную булеву алгебру  $A_g = \{e, g\}$ , в которой  $e$  – наименьший элемент,  $g$  – наибольший элемент.

– В частности, в роли группы  $G$  возьмем  $\langle \mathbb{Z}, +, \leq \rangle$ . Пусть  $g = 5$ , тогда  $A_5 = \{x \in \mathbb{Z} \mid x \wedge (5-x) = 0\}$ . Множество компонент  $A_5$  состоит из двух элементов  $x=0$  и  $x=5$ .

– Теперь рассмотрим алгебру  $\langle \mathbb{C}, +, \leq \rangle$  с координатным порядком – которая так же является решеточно упорядоченной группой. Пусть  $g = 1+i$ . Тогда  $A_{1+i} = \{x+yi \in \mathbb{C} \mid (x+yi) \wedge (g+(-x-yi)) = 0+0i\}$ . Выполним преобразования, используя свойства комплексных чисел:

$$(x+yi) \wedge (1+i-x-yi) = 0+0i \Leftrightarrow$$

$$(x+yi) \wedge ((1-x)+i(1-y)) = 0+0i \Leftrightarrow$$

$$\begin{cases} \min\{x, 1-x\} = 0 \\ \min\{y, 1-y\} = 0 \end{cases} \Rightarrow x+yi \in \{0+0i, 1+i, i, 1\}$$

$$\text{Тогда } A_{1+i} = \{0+0i, 1+i, i, 1\}.$$

2. Рассмотрим решеточно упорядоченную группу  $\langle Q^+, \cdot \rangle$ , со следующим порядком:  $\forall_{Q^+} x, y (x \leq y \Leftrightarrow x^{-1}y \in N)$ . Зафиксируем  $g > 1$ , согласно заданию порядка  $g \in N$ . Тогда  $A_g = \{x \in Q^+ \mid x \wedge \frac{g}{x} = 1\}$ . Пусть  $x = \frac{n}{b}$ , где  $(n, b) = 1$ . Из доказательства теоремы [1, с. 24] применим формулу для нахождения  $\inf\{x, gx^{-1}\}$ :

$\frac{(n^2, gb^2)}{nb} = 1$ , следовательно  $(n^2, gb^2) = nb$ . По определению  $\text{НОД } n^2 : nb \Rightarrow n : b \Rightarrow b = 1$ .

Таким образом,  $A_g = \{n \in N \mid (n^2, g) = n\}$ .

Возникает вопрос, какова мощность  $A_g$ ? Как найти все элементы  $A_g$ ?

Представим натуральное число  $g$  в виде канонического разложения:

$$g = p_1^{\alpha_1} \cdot p_2^{\alpha_2} \cdot \dots \cdot p_k^{\alpha_k}$$

Так как  $g : n$ , то  $n = p_1^{\beta_1} \cdot p_2^{\beta_2} \cdot \dots \cdot p_k^{\beta_k}$ , где  $0 \leq \beta_i \leq \alpha_i$ . Тогда  $n^2 = p_1^{2\beta_1} \cdot p_2^{2\beta_2} \cdot \dots \cdot p_k^{2\beta_k}$ .

Имеем  $(p_1^{2\beta_1} \cdot p_2^{2\beta_2} \cdot \dots \cdot p_k^{2\beta_k}, p_1^{\alpha_1} \cdot p_2^{\alpha_2} \cdot \dots \cdot p_k^{\alpha_k}) = p_1^{\beta_1} \cdot p_2^{\beta_2} \cdot \dots \cdot p_k^{\beta_k}$ .

Согласно следствию из основной теоремы арифметики:

$$\beta_1 = \min\{2\beta_1, \alpha_1\}$$

$$\beta_2 = \min\{2\beta_2, \alpha_2\}$$

$$\beta_k = \min\{2\beta_k, \alpha_k\}.$$

Возможны два случая:

1.  $2\beta_1 \leq \alpha_1 \Rightarrow \min\{2\beta_1, \alpha_1\} = 2\beta_1 = \beta_1$ , то есть  $\beta_1 = 0$ .

2.  $2\beta_1 > \alpha_1 \Rightarrow \min\{2\beta_1, \alpha_1\} = \alpha_1$ , то есть  $\beta_1 = \alpha_1$ .

Таким образом,  $n \in A_g$  тогда и только тогда, когда  $n = p_1^{\beta_1} \cdot p_2^{\beta_2} \cdot \dots \cdot p_k^{\beta_k}$ , где  $\beta_i \in \{0; \alpha_i\}$ .

Следовательно, мощность  $A_g$  равна  $2^k$ , где  $k$  – количество различных простых сомножителей в каноническом разложении числа  $g$ .

В частности, пусть  $g = 6$ , тогда  $g = 2^1 3^1$ , следовательно,  $k = 2$ , а значит, мощность  $A_6$  равна 4,  $A_6 = \{1, 2, 3, 6\}$ .

Пусть теперь  $g = 12$ , тогда каноническое разложение  $g$  имеет следующий вид  $g = 2^2 3^1$ , количество различных простых сомножителей равно 2, следовательно, мощность  $A_{12}$  равна 4,  $A_{12} = \{1, 3, 4, 12\}$ .

**Замечание 3.** Так как  $|P|=N_0$ , то  $\forall_N k \exists g(g=p_1 \cdot p_2 \dots p_k)$ , а следовательно для каждого  $k \in \mathbb{N}$  можно построить булеву алгебру компонент, мощность которой равна  $2^k$ .

*Литература*

1. Копытов В.М. Решеточно упорядоченные группы. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 320 с. (Современная алгебра).
2. Биркгоф Г. Теория решеток: Пер. с англ. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984 – 586 с.

# МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

---

## ПРИМЕНЕНИЕ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ В ИНТЕГРИРОВАННОМ КУРСЕ «КОМБИНАТОРИКА И ИКТ»

*А. В. Дунец*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: А. Г. Подстригич, к.пед.н., доц.

В конце XX века человечество вступило в стадию развития, которая получила название постиндустриального или информационного общества. Возможности информационных технологий (далее ИТ-технологий) для человека становятся безграничными, способствуют эффективному решению профессиональных, экономических, а также многих других проблем. Грамотно, профессионально распорядиться сегодняшними техническими и информационными возможностями способны те, кто обладает необходимыми знаниями, позволяющими сориентироваться в новом информационном пространстве.

Образовательные учреждения, энергично внедряющие новые ИТ-технологии, демонстрируют желание обеспечить современный уровень преподавания и высокое качество обучения, привлекают внимание родителей.

Сегодня наблюдается возрастающий интерес учителей к использованию ИТ-технологий в обучении. В современной школе компьютер все шире используется не только на уроках информатики, но и на уроках математики.

Разработанное учителями МАОУ гимназии №29 г. Томска инновационное содержание образовательной программы «Комбинаторика и ИКТ» дает возможность активизировать познавательную деятельность учащихся на основе применения ИТ-технологий в процессе обучения. Содержание программы составляют отдельные темы курсов, которые прослеживаются как в математике, так и в информатике. В целом, программа

основана на идее интеграции этих предметов, как на теоретическом, так и практическом уровнях. Учебный материал предназначен для обучающихся 7-х классов с расширенным содержанием естественно-математического образования.

При подготовке к уроку учителями интегрируемых предметов вырабатывается единый подход к изучению темы, учитывается специфика каждой предметной области, чтобы у обучающихся формировалось целостное представление изучаемого предмета. Знания, полученные на уроках математики, закрепляются на уроках информатики с применением парной, фронтальной, групповой, индивидуальной работы, направленной на формирование личностных компетенций учеников. На уроках информатики учебная деятельность выстраивается с помощью решения практико-ориентированных задач, взятых из авторских учебников, а также разработанных учителями самостоятельно. Обучающиеся учатся решать задачи в программном приложении Excel, а более сложные – в графической оболочке wxMaxima.

После каждой темы практикуется создание минипроектов, где ученики могут показать свои знания как по математике, так и по информатике.

Учитель, располагающий компьютером, имеет уникальную возможность интенсифицировать процесс обучения, сделать его более наглядным и динамичным. Использование разнообразных IT-технологий: интерактивная доска Smart Board, 12 персональных компьютеров с ОС Windows XP, мультимедийный проектор (видеопроектор), графическая оболочка wxMaxima и др. в интегрированном курсе способствуют повышению качества знаний, уровня познавательной активности школьников.

Одна из основных целей внедрения IT-технологий является формирование достаточно полных, глубоких и прочных знаний по изучаемому предмету.

IT-технологии дают возможность не только изменить формы и методы учебной работы, но и существенным образом трансформировать и обогатить образовательные парадигмы.

Современное общество формулирует и диктует социальный заказ системе образования: в век IT-технологий выпускник школы, как будущий житель информационного общества, должен уметь реализовать свои способности и успешно

организовать свою деятельность. Одна из основных задач учителя – заинтересовать учащегося в предмете, стимулировать его познавательную и творческую активность. В решении этих задач огромную помощь оказывает освоение IT-технологий.

При использовании IT-технологий необходимо стремиться к реализации всех потенциалов личности – познавательного, морально-нравственного, творческого, коммуникативного и эстетического. Чтобы эти потенциалы были реализованы на достаточно высоком уровне, необходима педагогическая компетентность в области владения IT-технологиями. Развитие этой компетентности надо начинать во время обучения будущих педагогов в вузах.

В результате, IT-технологии, в совокупности с правильно подобранными технологиями обучения, создают необходимый уровень качества, вариативности, дифференциации и индивидуализации обучения.

Вместе с тем, использование IT-технологий во время изучения интегрированного курса является наиболее сложным и ответственным делом. Это связано с уже существующей, оформившейся технологией проведения интегрированного урока, высокими требованиями к эффективному использованию учебного времени на уроке, к надежности работы оборудования и программного обеспечения.

Сознание школьников уже подготовлено к восприятию информационного мира, они с легкостью осваивают информационные и коммуникационные технологии, многие из них способны самостоятельно обучаться. Учителя, чтобы идти наравне с теми, кого они обучают, то есть со школьниками, тоже должны войти в информационный мир, найти новую точку опоры, как-то преобразовать свою деятельность.

Изменение в ходе научно-технического прогресса основ современного производства, использование новых IT-технологий приведут к увеличению доли интеллектуального труда, к его профессиональной мобильности и, естественно, они вызывают преобразование системы знаний, умений и навыков, которые должны получить учащиеся в школе.

Продолжая говорить об интегрированном курсе, понимаем, что у школьников, благодаря IT-технологиям, происходит



формирование и развитие познавательных компетенций, пространственного мышления, активизируется внимание, память.

Таким образом, можно сказать, что появление понятия «информационная образовательная технология» связано с появлением и широким внедрением компьютеров в образовании. IT-технологии подразумевают программированное обучение, интеллектуальное обучение, экспертные системы, гипертексты и мультимедиа, микромиры, имитационное обучение, демонстрации. Эти частные методики применяются в зависимости от учебных целей и учебных ситуаций, когда, в одних случаях, необходимо глубже понять потребности учащегося, в других, проанализировать знания в предметной области, а также – учесть психологические принципы обучения.

#### *Литература*

1. Виленкин Н. Я. Популярная комбинаторика. М.: Наука, 1975. 207 с.
2. Борментова Н. В., Деревцова Е. В. Комбинаторика и ИКТ. Томск, 2012. 64 с.
3. Использование информационных технологий в общем среднем образовании [Электронный ресурс]: Тема 7. Информационная среда системы общего среднего образования. – Режим доступа: <http://physics.herzen.spb.ru/teaching/materials/gosexam/b25.htm>

## **МЕТОДИКА ВВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ МАТЕМАТИКИ**

*П. А. Шаркова*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Научные руководители: Ю. А. Шайдо, к.ф.-м.н.;  
В. Н. Ксенева, к.п.н.

Современная наука встречается с величинами такой сложной природы, что для их изучения приходится изобретать все новые виды чисел, которые позволят с большей простотой промоделировать все, доступное предыдущим числам, и откроют новые перспективы в моделировании еще более сложных задач.

Число является одним из основных понятий математики. Понятие числа развивалось в тесной связи с изучением величин; эта связь сохраняется и теперь. Во всех разделах современной математики приходится рассматривать разные

величины и пользоваться числами. Существует большое количество определений понятия «число».

Например, Аристотель дал такое определение: «Число есть множество, которое измеряется с помощью единиц».

Исаак Ньютон пишет: «Под числом мы подразумеваем не столько множество единиц, сколько абстрактное отношение какой-нибудь величины к другой величине такого же рода, взятой за единицу. Число бывает трех видов: целое, дробное и иррациональное. Целое число есть то, что измеряется единицей; дробное – кратной частью единицы, иррациональное число – несоизмеримое с единицей». [1]

Древнегреческие математики классической эпохи пользовались только рациональными числами (вернее целыми, дробными и положительными). В своих «Началах» Евклид излагает учение об иррациональностях числах чисто геометрически. [2] Однако обоснованием свойств действительных чисел и полная теория их была разработана лишь в XIX в. В VIII веке нашей эры было установлено, что квадратный корень из положительного числа имеет два значения – положительное и отрицательное, и то, что из отрицательных чисел квадратные корни извлечь нельзя: нет, например, такого числа  $x$ , чтобы выполнялось равенство  $x^2+1=0$ . В 16 веке в связи с изучением кубических уравнений появилась необходимость научиться извлекать квадратные корни из отрицательных чисел. В 1545 году итальянский математик Д. Кардано (1501–1576) предложил ввести числа новой природы. Он показал, что система уравнений  $x+y=10$ ,  $xy=40$ , не имеющая решений во множестве действительных чисел, имеет решение всегда, при  $x=5\pm\sqrt{-15}$ ,  $y=5\pm\sqrt{-15}$ , нужно только условиться действовать над такими выражениями по правилам обычной алгебры и считать, что  $\sqrt{-a}\sqrt{-a}=-a$ . Кардано называл их «чисто отрицательными» и даже «софистически отрицательными», считая их бесполезными, и стремился не применять их, ведь с помощью таких чисел нельзя выразить ни результат измерения какой-нибудь величины, ни изменение этой величины. Но уже в 1572 году вышла книга итальянского алгебраиста Р. Бомбелли (ок. 1526–1572), в которой были установлены первые правила арифметических операций над такими числами, вплоть до извлечения из них кубических корней. Далее комплексные числа приме-

нялись в различных разделах алгебры, но практических применений пока не имели. Название «мнимые числа» ввел в 1637 году французский математик и философ Рене Декарт.

Вообще математики XVI века и следующих поколений вплоть до начала XIX века относились к комплексным числам с явным недоверием и предубеждением. Они считали эти числа «мнимыми» (Рене Декарт), «несуществующими», «вымышленными», «возникшими от избыточного мудрствования» (Д. Кардано). Лейбниц Г. называл эти числа «изыщным и чудесным убежищем божественного духа», а  $\sqrt{-1}$  считал символом потустороннего мира (и даже завещал начертать его на своей могиле).

Позднее, Л. Эйлер (1707–1783) ввел в математику символ  $i$ , где  $i^2 = -1$  ( $i$  – это первая буква латинского слова *imaginiarius*, что значит «мнимый», «воображаемый»). Строгую теорию нового множества чисел, которые были названы комплексными, развил немецкий ученый Карл Гаусс (1777–1855), который также дал их геометрическое толкование, позволившее преодолеть многие трудности в их понимании, хотя до Гаусса геометрическое толкование встречается у датского землемера К. Весселя (1745–1818) и французского математика Аргана (1768–1822). В 1799 году Гаусс привел строгое доказательство «Основной теоремы алгебры». Гаусс в 1831 году дал глубокое обоснование комплексных чисел и их приложений в математике. После того как появилось наглядное геометрическое изображение комплексных чисел с помощью точек плоскости и векторов на плоскости (Гаусс в 1831, Вессель в 1799, Арган в 1806), стало возможным сводить к комплексным числам и уравнениям для них многие задачи естествознания, особенно гидро- и аэродинамики, электротехники, теории упругости и прочности, а также геодезии и картографии. С этого времени существование «мнимых» или комплексных чисел стало общепризнанным фактом, и они получили такое же реальное содержание, как и числа действительные.

В XIX веке О. Коши (1789–1857), Г. Риман (1826–1866), и К. Вейерштрасс (1815–1897) на базе комплексных чисел создали новую математическую дисциплину – теорию функций комплексного переменного. Следует отметить, что комплексные числа имеют большое познавательное и практическое

значение. Их изучение в курсе математики средней общеобразовательной школы является весьма актуальным.

Содержание темы «Комплексные числа» в школьном курсе математики отличается в различные периоды развития советской и российской школы.

Выделим несколько этапов.

I этап (1917–1932 гг.). В эти годы изучение комплексных чисел входило в обязательную программу по математике. Комплексные числа и идея расширения понятия числа в программу этих лет не входили. Мнимые числа использовались лишь в двух темах: «Простейшие преобразования и действия со степенями и корнями» и «Решение квадратных уравнений». Перед школьниками ставилась задача о необходимости извлечения квадратного корня из отрицательного числа и потребность установления числа корней квадратного уравнения. Этим объяснялось введение мнимых чисел. Впервые в школу были введены комплексные числа в 1932 году. По программе этого года следует вводить комплексные числа в 8-м классе при исследовании квадратных уравнений. Программой предусмотрено изучение следующих вопросов: запись мнимого числа через  $i$ ; степени  $i$ ; комплексное число; сопряжённые комплексные числа; сумма и произведение комплексных чисел; разложение суммы квадратов двух чисел на произведение двух сопряжённых комплексных чисел.

II этап (1932–1965 гг.) С 1933 года и до 1935 года комплексные числа в школе изучаются уже в значительно большем объёме. Школьников знакомят с ними в 8 классе, а более подробно изучают в 9 классе, где кроме действий над комплексными числами дается их геометрическое представление. В 1935–1937 гг. впервые в программу 10 класса включаются комплексные числа (действия над ними, их тригонометрическая форма). Их изучают в темах «Расширение понятия о числе» и «Обобщение понятия о числе». В Объяснительной записке к программе 1938 года составители прямо указывают, что «В курсе алгебры 10-го класса перед введением комплексных чисел желательно привлечь внимание учащихся к идее эволюции понятия числа и сообщить краткие исторические сведения. Необходимо сообщить учащимся, что комплексные

числа играют значительную роль в современной технике, в частности в авиации и электротехнике». В 1938 году общее название темы «Обобщение понятия о числе» было заменено названием «Комплексные числа». Но, несмотря на такие рекомендации в Объяснительной записке, самостоятельно вопросы расширения понятия числа не включались в программы вплоть до 1964 года. В 1965 году из программы исключён вопрос «Основная теорема алгебры» (без доказательства). Если вопросы расширения понятия числа в какой-то степени затрагивались в программах средней школы, то вопросы приложений не рассматривались.

Характеризуя постановку преподавания комплексных чисел в общеобразовательных школах нашей страны на этом этапе, *В.М. Кухарь* пишет, «... за последнее время наметились три различных взгляда в постановке вопроса об изучении комплексных чисел. Первый взгляд сводился к необходимости внести изменения в изучение этой темы в средней школе с тем, чтобы учащиеся получили понятие о реальном содержании мнимых чисел. Второе мнение сводится к полному исключению этой темы из школьной программы по математике. Третье мнение сводится к тому, чтобы в средней школе ограничиться одним только понятием о комплексных числах, без рассмотрения их свойств и действий над ними. Изъятие из программы средней школы комплексных чисел, имеющих исключительно важное значение в современной механике и технике, противоречит целям политехнического обучения. По нашему мнению, количество часов, отведённых программой на изучение темы, надо сохранить, но в основу введения мнимых и комплексных чисел надо положить идею дальнейшего расширения и обобщения понятия о числе, показав их реальную сущность и практическое применение. Мириться дальше с таким положением, когда учащиеся оперируют с мнимыми числами, реального смысла которых они не понимают, ни в коем случае нельзя. Выход из такого положения надо искать, прежде всего, в постановке вопроса об изучении комплексных чисел в средней школе».

III этап (1965–1967 гг.) К середине XX века выявилось отставание математической подготовки учащихся средней школы в теории комплексных чисел. Действующая программа

средней школы по математике мало способствовала формированию у учащихся правильного научного представления о понятии комплексного числа и его роли в общей идее расширения понятия числа. Учащиеся допускали логические ошибки, не понимали реального значения комплексных чисел, полностью отсутствовали представления о приложениях комплексных чисел. В сознании учащихся этот раздел представлялся как формально-логическая игра, не имеющая никакого отношения к реальному миру. Эти недочеты отмечали многие ведущие математики и методисты страны. Н.Я. Виленкин в статье «Гибрид из мира идей или как комплексные числа стали прилагательными» прямо пишет: «Даже и теперь те, кто сталкивается с математикой лишь в средней школе, убеждены: никаких практических применений комплексные числа не имеют и иметь не могут, они придуманы лишь для того, чтобы портить жизнь школьникам». В 1965 году был предложен проект программы средней школы по математике, где изучение комплексных чисел предлагалось начинать в 10 классе в курсе алгебры.

При изучении темы «Аксиоматический метод в математике. Расширение понятия числа» учащихся предполагалось знакомить с такими понятиями, как группа, кольцо, поле, изоморфизм, и задачами расширения понятия числа. В теме «Комплексные числа и многочлены» учащиеся должны были знакомиться с тригонометрической формой комплексного числа, с формулой Муавра и извлечением корня  $n$ -й степени из комплексного числа. В 1966 году был предложен проект программы, где тема «Комплексные числа» была включена второй темой в курс алгебры 10 класса, и на ее изучение отводилось 20 часов. И, наконец, в 1967 году в журнале «Математика в школе» был опубликован «Проект программы средней школы по математике», в котором, впервые в истории советской школы, было предложено в дополнение к урокам математики ввести факультативные занятия с изучением на них специального курса «Дополнительные главы и вопросы математики». Согласно этому проекту тема «Комплексные числа» из обязательной программы была исключена и введена в курс «Дополнительные главы и вопросы математики». В объяснительной записке к проекту программы сказано:

«Составители с большим сожалением отказались в общеобразовательной программе от темы «Комплексные числа». Но они считают, что сохранение ее в том сокращенном объеме, в каком она представлена в действующей программе, мало целесообразно. Зато в курсе «Дополнительные главы и вопросы математики» удалось поместить эту тему достаточно рано и использовать в ряде приложений».

Исключение темы «Комплексные числа» из программы общеобразовательной средней школы вызвало многочисленные возражения со стороны учителей, методистов и преподавателей ВУЗов. «Изучение комплексных чисел только на факультативных занятиях лишит большую часть учеников школы возможности получить какое-либо представление о них. Для этой части будущих специалистов (если они не будут продолжать своего математического образования) комплексные числа останутся неизвестными. Изъятие этой темы обеднит уровень не только математического, но и общего развития учащихся, нанесет ущерб воспитанию у них диалектического мировоззрения».

IV этап (1968 г. – по настоящее время). Прошедшая в 1968 году модернизация общеобразовательного курса математики привела тому, что до настоящего времени раздел «Комплексные числа» в обычных школах не изучается. В школах с углубленным изучением математики на самостоятельном изучении раздела отводится 20 часов.

На основании анализа программ изучения темы «Комплексные числа» на протяжении достаточно большого исторического периода, можно сделать вывод.

После изучения темы «Комплексные числа» ученики должны иметь четкое представление о комплексных числах, знать алгебраическую, геометрическую и тригонометрическую формы комплексного числа. Учащиеся должны уметь производить над комплексными числами операции сложения, умножения, вычитания, деления, возведения в степень, извлечения корня из комплексного числа; переводить комплексные числа из алгебраической формы в тригонометрическую, иметь представление о геометрической модели комплексных чисел, решать квадратные уравнения с комплексными коэффициентами.

Однако по теме «Комплексные числа» на данный момент существует ограниченное количество учебных пособий, методических разработок, учебно-методических комплексов. Учителю предоставляется право самостоятельного выбора методических путей и приёмов обучения данной теме.

Существует небольшое количество авторов, включающих тему «Комплексные числа» в свои учебники для средних общеобразовательных учреждений на современном этапе.

В учебнике для математических классов Н.Я. Виленкина, О.С. Ивашева-Мусатова, С.И.Шварцбурда «Алгебра и начала математического анализа» тема «Комплексные числа» вводится в 11 классе. Изучение темы предлагается во втором полугодии 11 класса после того, как в 10 классе был изучен раздел тригонометрии, а в 11 – интеграл и дифференциальные уравнения, показательная, логарифмическая и степенная функции, многочлены. В учебнике тема «Комплексные числа и операции над ними» разбита на два параграфа: «Комплексные числа в алгебраической форме»; «Тригонометрическая форма комплексных чисел».

В учебнике С.М. Никольского, М.К. Потапова, Н.Н. Решетникова, А.В. Шевкина «Алгебра и начала математического анализа» тема «Комплексные числа» рассматривается в 11 классе после изучения всех тем, т.е. в конце школьного курса алгебры. Тема разделена на три параграфа: «Алгебраическая форма и геометрическая интерпретация комплексных чисел»; «Тригонометрическая форма комплексных чисел»; «Корни многочленов, показательная форма комплексных чисел».

В учебнике Ю.М. Колягина, Ю.В. Сидорова, М.В. Ткачевой, Н.Е. Федоровой, М.И. Шабунина «Алгебра и начала математического анализа», 11 класс, тема «Комплексные числа» рассматривается после изучения тем «Производная и ее применения» и «Интеграл». Тема разбита на 9 параграфов (два из которых со звездочкой), практическую часть – упражнения к главе «Комплексные числа» и раздел «Историческая справка».

В учебнике А.Г. Мордковича, П.В. Семенова «Алгебра и начала математического анализа», профильный уровень, 10 класс, тема «Комплексные числа» вводится во втором полугодии 10 класса сразу после изучения тем «Действительные числа» и «Тригонометрия». Такое размещение не случайно:



и числовая окружность, и формулы тригонометрии находят активное применение при изучении тригонометрической формы комплексного числа.

В учебнике М.И. Башмакова, Б.М. Беккер, В.М. Горохового «Задачи по математике. Алгебра и анализ» последняя глава посвящена теме «Комплексные числа». Отметим сразу, что данная книга представляет собой не просто сборник задач. Задачи объединяются в циклы, которые начинаются с рассмотрения конкретных примеров, простых вопросов, учащиеся постепенно переходят к более общим и трудным вопросам. Перед текстом отдельных задач, а также в начале параграфов помещен небольшой теоретический вводный текст, где сообщаются необходимые сведения: формулы, определения новых понятий и т. п. Таким образом изучение материала по данной книге можно проводить самостоятельно, а также задачник можно использовать независимо от того или иного учебного пособия. В конце книги ко всем задачам даны краткие указания, а к наиболее трудным, отмеченным звездочкой, задачам даны решения.

В учебнике «Алгебра Ч. II» А.П. Киселева тема «Комплексные числа» представлена в 9 главе после тем «Логарифмы» и «Исследование уравнений».

Тема «Комплексные числа» разбита на 6 пунктов: «Мнимые числа», «Комплексные числа», «Действия над комплексными числами», «Геометрическое изображение комплексного числа», «Тригонометрическая форма комплексного числа», «Действия с комплексными числами, выраженными в тригонометрической форме». В учебнике в виде сносок приводятся краткие исторические факты по изучаемому материалу. Материал представлен в большом объеме, приведено большое количество примеров и задач для самостоятельного решения.

#### *Литература*

1. Архангельская В.М. Элементарная теория чисел: учебное пособие. Издательство саратовского университета, 1962 г.
2. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. М.: Физмат, 1963.

# ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

---

## НОВАЯ ЭКОНОМИКА – ПРОСТО ДОБАВЬТЕ СОФТ

*Г. А. Белов*

*Евразийский открытый институт, г. Москва, Россия  
e-mail: chizh4894@mail.ru*

Научные руководители: Е. В. Маликов, доцент кафедры информатики  
и информационных систем;  
А. В. Масленникова, доцент кафедры экономики и финансов, к.э.н.

Человек сегодня получает доступ к использованию большинства информационных и материальных ресурсов не по присвоенной ему «форме доступа», но при условии наличия средств и условий для приобретения данных продуктов и «орудий производства». С появлением глобального информационного пространства, с повышением скорости обмена данными между людьми и устройствами, с возможностью практически мгновенного доступа пользователя Интернет к практически любой информации стираются границы не только между странами, но и между «жизненными пространствами» различных технологий, будь то бизнес или программирование. Т.е. теперь нам доступно с известными оговорками все: программы, ресурсы и сети – даром или за определенную плату. С другой стороны, и «мы», пользователи ПК и МО, доступны вместе с нашими чаяниями разработчикам программ, и взаимодействие программиста с предпринимателем превращается в симбиотическое сосуществование, а не просто в «доброе соседство» в условиях индустрии знаний.

Цель доклада – показать на простых примерах механизмы возможных взаимодействий между бизнесом и ИТ.

Благодаря информационным технологиям можно решать больше задач с меньшими затратами, используя для этого,

например, методы математического моделирования [1, 2, 3], однако не только «традиционные» формы участия ИТ в бизнесе определяют ландшафт «театра военных действий» в индустрии знаний. Новые скорости передачи информации влекут за собой новое качество пространства [4], оставляя прежней цель бизнеса: получение максимальной прибыли законным путем в течение длительного времени.

Зайдя в супермаркет, мы обнаружим там ассортимент продуктов, изрядно превышающий тот, которым могли похвастать предки. И каждый производитель пытается попасть в соответствующую спросу определенной общности нишу и укрепиться в ней за счет наибольшего соответствия его товара запросу потребителя. Улучшить показатели конкурентоспособности в борьбе за потребителя помогут информационные технологии, ведь, как было сказано, с появлением возможности прямого доступа к почти любой информации, можно решить больше задач с меньшими затратами. Глобальная Сеть превратилась в гигантский гипермаркет, где продается все, и все товары суть информация [5]. Нам остается всего лишь создать рынок там, где его не было; найти нишу с реальными нуждами в виртуальном товаре – и заполнить ее продуктом.

Как известно, концепция «человека экономического» не подразумевает религиозных ограничений на коммерцию – главное, чтобы торговля осуществлялась «по закону», согласно которому товар стоит столько, сколько за него готов предложить покупатель [6]. Поэтому, найдя/сформировав «зону потребностей», мы можем войти в нее, приобретая статус ее соавторов и участников одновременно. Не всегда такая зона бывает «белой», часто она «серая», поэтому примеры удачного Интернет-бизнеса в данных областях становятся «фигурами умолчания»: все знают, о чем речь, но никто не берет на себя смелость выступить адвокатом *рынка виртуальных потенциалов*.

Для работы нами было выбрано пространство виртуальных игр. Это мир, в котором потребности потребителей просты: получить больше возможностей с меньшими затратами. И за *виртуальную* мощь игроки готовы платить *реальные* деньги.

Согласно мнению известных культурологов [7, 8, 9], потребность в игре является имманентной человеку, причем устанавливает свои правила, нарушать которые нельзя. На первый взгляд, так оно и есть. И Йохан Хейзинга, и Роже Кайуа [7, 8] помещали «агон» (*греч.* соревнование) внутрь ментального пространства игры вообще, однако такая точка зрения разделяется не всеми: Фридрих Георг Юнгер [9] отказывал соревнованию в праве называться игрой. Да и с кем соревнуется зачастую пользователь? С реальными людьми или же с ботами, он и сам не знает. За выигрыш, во всяком случае, ему ничего не полагается. Кроме возможности продолжить игру. Вот ради этого и готов игрок покупать силу. Т.е. это не агон, значит, к данной игре применимы иные правила *fair play*. А если это игра, то тогда и разговор о ее правилах проще свести к: «Моя игра – мои правила». Следовательно, нравственное чувство продавца силы не должно страдать: он либо спонсирует не-игру, либо игру не разрушает. Более того, он способствует вовлечению человека играющего в процесс тактильного восприятия мира, который дает игроку мышь или джойстик [10]. Принимая это во внимание, можно начать захват рынка. Используя легальные программные средства, связанные с *free sources*.

По правде говоря, оказалось, что «внутри», примерно то же самое, что и «снаружи». Та же экономика, но без формальностей, что, несомненно, делает обмен более быстрым и легким. Конечно, раз уж это виртуальная игра, то и негативного значения различного рода мошенничествам придается меньше, мол, какая разница, это всего лишь игра. Да и есть ли здесь обман? Разве что самого себя. С другой стороны, данный факт любопытен как раз тем, что он как бы говорит нам: *'You are not prepared!'* для гражданского общества. Если человек до сих пор смотрит на законы, диктуемые им самим и другим человеком, в рамках данной системы, как на поле брани, значит – не готов.

Сейчас многие бизнес-операции проходят в виртуальном пространстве. Переговоры и сопровождение сделок в режиме online, поиск подрядчиков в Интернете, реклама в сети, продажа и оформление заказа непосредственно на сайте магазина, хранение денег в виртуальной валюте – все это

удобно и экономно. Примером перевоплощения традиционной системы может служить *BitCoin* – криптовалюта, обращающаяся в децентрализованной сети персональных счетов. И это не то же самое что безналичные расчеты. Скорее старая добрая банкнота в новой – информационной – оболочке. В *BitCoin* каждый участник может совершать анонимные транзакции, напрямую, без участия в операции третьего лица, вроде банка. Все, вплоть до исходного кода и каждой транзакции, может видеть каждый пользователь, кроме реальной информации о владельце, что обеспечивает конфиденциальность. Итак, на основе информационных технологий была создана обособленная денежная система, которая не привязана к какой-либо организации, валюте или любому другому активу, а значит, ее курс обеспечивается непосредственно ее полезностью, то есть на основе баланса спроса и предложения. Вы можете начать майнить биткойны, чтобы поддержать транзакции с помощью софта: ASYMINER, FGMINER, GMINER. Конечно *BitCoin* удобная система оплаты, она отлично подходит для рядовых покупок потребителя, но мало соответствует требованиям бизнеса ввиду небольшого, во всяком случае, на данный момент (около миллиарда долларов), количества обращаемых средств.

Если перейти к взаимодействию сотрудников, то оно сводится к тому, чтобы все выполняли свою работу, результат которой – реализация цели организации. Каждый делает свое дело, и это – ландшафт «сетевой игры», который мы уже научились формировать с помощью программ, находящихся в открытом доступе. Но как только мы переходим от безупречной теории и идеализированной в чем-то модели к практике, то обнаруживаем противоречия, возникающие из человеческой природы.

На данный момент существуют в свободном доступе и на коммерческой основе различные программы, приложения, бизнес-пакеты и прочий софт (например, «1С»), которые позволяют упорядочить и ускорить внутренние информационные потоки фирмы, при том в «1С» работы ведутся сразу в направлении универсализации и диверсификации относительно особенностей отрасли во взаимодействии с клиентами. За счет автоматизации внутри фирмы можно добиться

частичной разгрузки персонала, освободив его от рутины и этим повысив производительность труда. Имея на рынке различное программное обеспечение, товаропроизводитель или поставщик услуг в роли пользователя МО стараются выбрать лучшие программы, что благотворно сказывается на повышении качества МО. Возникает симбиоз между пользователем программного продукта и его разработчиком: поставщику IT-ресурсов выгодно, чтобы его клиент жил долго и счастливо и рекомендовал его всем. Производитель товаров становится таким образом соучастником развития IT, программист – не только неформальным партнером, но и двигателем далекого от цифровых технологий бизнеса.

Современные IT дают возможность получать информацию почти мгновенно, что благоприятно сказывается на поведении игроков. Быстрота отклика и мобильность сотрудников и подразделений важны, особенно в условиях «мировой деревни» [4], так как внутри организации могут формироваться сложные структуры взаимодействия, максимальная эффективность которых при наличии большого объема данных обеспечивается автоматизацией.

#### *Литература*

1. Дроздов В.А., Масленникова А.В. База данных и знаний о Байкальской модельной территории устойчивого развития во взаимодействии с Федеральными округами и с Азиатско-Тихоокеанским регионом // Известия ТРТУ. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. – № 9. – С. 122–128.
2. Дроздов В.А., Масленникова А.В. Информационное обеспечение социально-эколого-экономического моделирования межконтинентального мирового развития и сценарный анализ межконтинентального взаимодействия // Известия ТРТУ. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – № 10 (54). – С. 20–25.
3. Дроздов В.А., Масленникова А.В. Разработка базы данных и знаний с использованием геоинформационных и интернет-технологий для создания межрегиональной модели развития России на уровне взаимодействующих Федеральных округов с учетом рисков от опасных природных и техно-природных процессов // Моделирование и Анализ Безопасности и Риска в Сложных Системах: Труды Международной Научной Школы МА БР – 2004 (Санкт-Петербург, 22–25 июня, 2004 г.). – СПб.: ГОУ ВПО «СПбГУАП», 2004. – С. 438–443.
4. Маклюэн М. Понимание Медиа: Внешние расширения человека. – М.; Жуковский: «Канон-пресс-Ц», «Кучково поле», 2003.

5. Маликов Е.В. Интернет, глобализация и проблемы защиты авторского права: некоторые философские и экономические аспекты информационного обеспечения рыночных отношений в сетях. // Евразийское пространство: приоритеты социально-экономического развития: сборник материалов III Международной научно-практической конференции. 12 апреля 2013 г., г. Москва. – М.: Изд. Центр ЕАОИ, 2013. – С. 133–135.
6. Лаваль К. Человек экономический. – М.: НЛЮ, 2010.
7. Хейзинга Й. Homo ludens. В тени завтрашнего дня – М.: ООО «Издательство АСТ», 2004.
8. Кайуа Р. Игры и люди; Статьи и эссе по социологии культуры – М.: ОГИ, 2007.
9. Юнгер Ф.Г. Игры. Ключ к их значению. – СПб.: Владимир Даль, 2012.
10. Кузнецов М.М. Опыт коммуникации в информационную эпоху. Исследовательские стратегии Т.В. Адорно и М. Маклюэна. – М.: ИФ РАН, 2011.

## **СИСТЕМА ЭКСТРЕМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ГЕНЕРАТОРОМ СВЧ**

*А. В. Волков*

*Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: Е. Ю. Буркин, к.т.н., доц.

Магнетроны нашли широкое применение в приборах для генерации колебаний сверхвысокочастотного (СВЧ) излучения большой мощности. Они используются, в основном, в передатчиках радиолокационных станций, в ускорителях заряженных частиц и для высокочастотного нагрева. В многорезонаторном магнетроне на электроны, движущиеся в пространстве между катодом и анодным блоком, действуют три поля: постоянное электрическое поле, постоянное магнитное поле и электрическое поле СВЧ (резонаторной системы). В результате совместного действия этих полей на потоки электронов в магнетронах возникает генерация СВЧ колебаний.

Выпускаются как перестраиваемые (фиксированная частота), так и перестраиваемые в небольшом диапазоне частот (обычно менее 10%) магнетроны, в которых изменяется собственная частота резонаторов. Для получения более коротких волн в резонаторы вводят медные цилиндры, которые уменьшают индуктивность, а для получения более длинных волн – металлические пластинки, увеличивающие электроемкость [1]. Для медленной перестройки частоты применяются механизмы,

приводимые в движение человеком, а для быстрой (до нескольких тысяч перестроек в сек.) – ротационные и вибрационные механизмы.

В данной работе решалась задача автоматической подстройки частоты магнетрона путём изменения расстояния между пластинами резонатора. Изначально для подстройки частоты применялся ручной механизм, который подгибал или отгибал одну из пластин. Это не позволяло в автоматическом режиме настроить магнетрон на резонансную частоту и удерживать её, так как в процессе работы резонансная частота может несколько изменяться. Автоматическая подстройка позволит найти и удерживать нужную частоту, при которой мощность излучения после резонатора будет максимальной.

Для решения подобных задач используют системы экстремального регулирования (СЭР), способные находить и удерживать экстремальное значение некоторого параметра, характеризующего качество функционирования данного объекта [2, 3]. Определяющим обстоятельством в рассматриваемой системе является метод поиска экстремального значения функции. Для нахождения экстремума следует найти такое значение управляющего параметра ( $x = x_0$ ) при котором функция  $U = \Phi(x)$  максимальна, чему соответствует условие

$$\frac{dU(x_0)}{dx} = 0 \quad (1)$$

В нашем случае непосредственно измерить производную (1) не представляется возможным и поэтому она заменяется производными выходной и входной координат по времени

$$y = \frac{dU}{dt} \quad \text{и} \quad z = \frac{dx}{dt} \quad (2)$$

С целью определения этих производных параметр  $x$  при помощи регулирующего органа принудительно изменяется с постоянной скоростью, т.е. осуществляется непрерывный независимый поиск. В зависимости от расположения выходной координаты  $U$  на характеристике  $U(x)$  и направления изменения параметра  $x$  (рис. 1) возможны четыре варианта знаков производных, отраженные в табл. 1. Варианты 1 и 3 указывают на то, что координата  $U$  приближается к экстремуму, варианты 2 и 4 – к удалению от него, т.е. неправильному направлению движения.



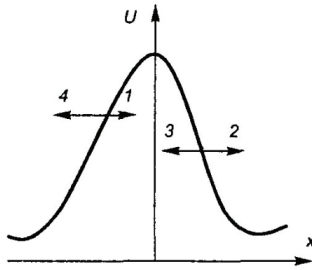


Рис. 1. Характеристика  $U(x)$  и направления изменения параметра  $x$

Таблица 1

**Возможные варианты знаков производных и направления движения**

Номер варианта	$z = dx/dt$	$y = dU/dt$	Оценка движения
1	+	+	Правильно
2	+	-	Неправильно
3	-	+	Правильно
4	-	-	Неправильно

Поэтому при вариантах 2 и 4 следует произвести реверс регулирующего органа, т.е. поменять направление изменения координаты  $x$ .

В рассматриваемой экстремальной системе различают два этапа работы: поиск экстремума и удержание управляемого параметра относительно найденного экстремального значения. После нахождения экстремума система продолжает функционировать, непрерывно отслеживая возможные флуктуации управляемого параметра. Это приводит к автоколебаниям относительно экстремума, что обуславливает амплитудную модуляцию управляемого параметра. Частота и амплитуда этих автоколебаний максимально уменьшаются благодаря специальному алгоритму, который постепенно уменьшает шаг управляющего параметра и увеличивает временной интервал между шагами, после нескольких последовательных смен направления регулирующего органа. Таким образом, система переводится в режим удержания экстремума. Если величина управляемого параметра значительно меняется в таком режиме, то система снова переходит в режим поиска.

Для обеспечения обратной связи используется датчик излучения. Электрический сигнал на выходе датчика прямо

пропорционален мощности излучения после резонатора и имеет амплитуду 100 мВ при частоте сигнала 10 кГц и длительности импульса 1 мкс. Недостаточно точное измерение амплитуды импульса может привести к ложным реверсам управляющего органа, вследствие этого увеличится время поиска экстремума. Для повышения точности измерений было решено использовать двухкаскадный пиковый детектор на операционных усилителях (ОУ) (рис. 2) [4, 5]. Сигнал с датчика поступает на вход пикового детектора, конденсатор С заряжается до амплитудного значения импульса. Одновременно с этим на вывод внешнего прерывания микроконтроллера поступает сигнал синхронизации (Sync), для запуска измерения напряжения на выходе пикового детектора. Транзистор Q1 предназначен для сброса пикового детектора.

В качестве механизма подстройки используется линейный шаговый двигатель ELA35-115, заменяющий стандартный регулировочный механизм магнетрона. Поворот ротора шагового двигателя на один шаг приводит к пропорциональному линейному перемещению штока актуатора. Это позволяет с высокой точностью и скоростью регулировать расстояние между пластинами резонатора.

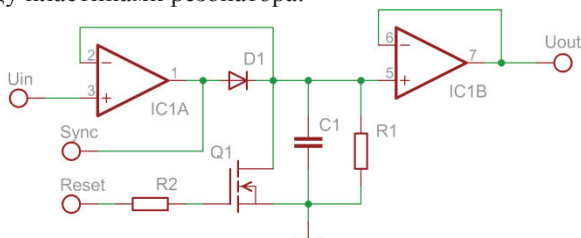


Рис. 2. Пиковый детектор на основе ОУ

Главным элементом системы является микроконтроллер AVR со встроенным аналогово-цифровым преобразователем (АЦП) и интерфейсом USART для обмена информацией. Микроконтроллер выполняет следующие задачи:

- Сброс пикового детектора;
- Измерение напряжения на выходе пикового детектора;
- Определение производных и решение о необходимости реверса органа управления;

- Манипулирование органом управления;
- Обмен информацией с компьютером или другим устройством.

Для сопряжения системы управления с компьютером используется интерфейс RS485. Предусмотрен как полностью автоматический режим работы с поиском и удержанием экстремума, так и ручной режим, позволяющий настроить нужное положение пластины резонатора с компьютера. Система так же передаёт в компьютер значение амплитуды сигнала с датчика, что позволяет судить о текущей величине излучения магнетрона.

Таким образом, представленная система даёт возможность управлять магнетроном с высокой точностью, как в автоматическом, так и в ручном режиме, что позволяет полностью автоматизировать работу магнетрона в резонаторной системе.

#### *Литература*

1. Radartutorial [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.radartutorial.eu/08.transmitters/Magnetron.en.html> (дата обращения: 12.04.2014)
2. Каганов В.И. Радиоэлектронные системы автоматического управления. Учебное пособие. М.: Горячая линия-Телеком, 2009. – 432 с.
3. Хоровиц П., Хил Л.У. Искусство схемотехники – М.: Мир, Т. 1. 1993.
4. Пейтон А. Дж., Волш В. Аналоговая электроника на операционных усилителях. М.: БИНОМ, 1994. – 352 с.
5. Либерзон Л.М., Родов А.Б. Системы экстремального регулирования. М.: Энергия, 1965. – 160 с.

## **НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ РАЗВИТИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА УЧАЩИХСЯ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАТИКИ**

*В. М. Долганов, Н. Ф. Долганова*

*МБОУ «Корниловская СОШ» Томского района, Россия  
Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Научный руководитель: А. Н. Стась, к.техн.н.,  
зав. каф. информатики*

В настоящее время практически невозможно обойтись без применения в повседневной жизни информационных технологий. При этом во многом грамотное использование

информационных технологий зависит от возможностей, предоставляемых уже в рамках изучения школьного курса информатики. Информатика сегодня является одним из основных учебных предметов в средней школе. Учащиеся усваивают систему важнейших понятий, овладевают умениями и навыками в области использования ИКТ, без чего в реалиях нашей жизни невозможно успешное обучение, как в школе, так и в контексте непрерывного образования, в том числе и самообразования.

Таким образом, в данное время ярко выражена необходимость в направленности личности обучающегося на процесс овладения знаниями в области информатики, т.е. необходимость вызвать познавательный интерес к предмету информатики.

Исходя из этой проблемы, целью настоящей работы является рассмотрение приемов повышения уровня мотивации, познавательного интереса у учащихся во время уроков информатики и ИКТ (в основной и внеучебной деятельности).

Познавательный интерес можно назвать избирательной деятельностью человека направленной на познание предметов, явлений, событий окружающего мира, активизирующей психические процессы, деятельность человека, его познавательные возможности [1, 2].

Приемы стимуляции познавательного интереса можно классифицировать по различным основаниям [3]:

1. приемы стимуляции познавательного интереса учащихся при помощи содержания учебного материала:

- апелляция к жизненному опыту учащихся;
- ссылка на то, что приобретаемое сегодня знание понадобится при изучении какого-то последующего материала или на других предметах (интеграция);
- исторический аспект школьных знаний;
- практическая необходимость в знаниях для жизни;
- задания разного уровня сложности (дифференциация);

2. приемы стимуляции познавательных интересов, связанной с организацией и характером протекания познавательной деятельности учащихся:

- создание проблемной ситуации;
- усложнение познавательных задач;
- творческие работы;

– использование интерактивных форм организации учебных занятий (игровые уроки, уроки-конкурсы, уроки-соревнования, уроки-турниры и др.);

– внеклассные мероприятия;

Очень большую роль в развитии познавательного интереса также играют отношения между участниками учебного процесса [3]:

– отношения между учителем и учащимися;

– отношения между учащимися;

– эмоциональность каждого участника образовательного процесса;

– вера в ученика;

– соревновательные моменты;

– аргументированные положительные оценки и одобрительные суждения учителя.

Во многом развитие познавательного интереса учащихся к предмету, в том числе и к информатике, мотивируется по средствам организации и характеру протекания познавательной деятельности учащихся, как в урочное время, так и внеурочное. Использование методов: проблемной ситуации, усложнения познавательных задач, творческой работы, интерактивной формы проведения занятий, а также проведение внеклассных мероприятий по информатике является мощным резервом для реализации такой задачи обучения, как повышение познавательного интереса.

Одним из способов повышения интереса к предмету информатики является проведение предметной недели. Мероприятия, проводимые в рамках «Недели информатики», отличаются эмоциональностью, вызывают у учащихся положительное отношение к урокам информатики; способствуют активизации учебной деятельности; обостряют интеллектуальные процессы и главное, способствуют формированию познавательного интереса к предмету.

Неделя информатики, как и любая предметная неделя в школе длится, обычно, пять дней, причем, неделю можно проводить не с понедельника по пятницу, а, например, с четверга по четверг. Это дает возможность учащимся в запасе иметь выходные дни для создания творческих работ по предмету «Информатика»: рисунки, кроссворды, прикладные работы, шарады, ребусы, загадки и т. д.

Опыт прошлых лет показывает, что чем насыщеннее неделя мероприятиями, тем лучше и активнее в ней участвуют ребята. Поэтому во время проведения этой недели предлагается на каждый день недели внеклассные мероприятия для школьников разных возрастов (с 5 по 11 класс), на которых они зарабатывают баллы.

Кроме того, в течение недели ученики сдают свои творческие работы по предмету. Также дети участвуют в блиц-олимпиадах, что дает им возможность заработать дополнительные баллы. Все школьники имеют право посещать мероприятия друг друга в качестве зрителей, где также могут получить баллы.

Важным стимулом для участия школьников во внеклассных мероприятиях, проводимых в рамках недели информатики, является зарабатывание баллов, которые в конце недели переводятся в своеобразные «денежные единицы» биты и байты (1балл = 1 бит). Эти «деньги» ученики могут реализовать на финальном мероприятии недели – Аукционе.

В первую очередь необходимо составить расписание проведения недели, которое в дальнейшем будет вывешено на стенд (рис. 1), объявить о ее проведении по школьному радио и разъяснить систему оценивания.

#### *Неделя информатики*

*Четверг* – «Поле Чудес» для учащихся 5-6 кл.

*Пятница* – «Звездный час» для учащихся 7-8 кл.

*Понедельник* – «Умники и умницы» для учащихся 9-10 кл.

*Вторник* – «Что, Где, Когда» для учащихся 11 кл.  
(вопросы принимаются от учащихся 5-10 классов)

*Среда* – АУКЦИОН для учащихся 5-11 кл.

На все мероприятия приглашаются зрители!

В течение недели принимаются: кроссворды всех видов (не более двух однотипных); ребусы; рисунки (не более двух); рефераты (не более двух); творческие работы (сочинения, стихотворения, поделки и т. п.).

**ВНИМАНИЕ:** вторник – последний день сдачи работ.

Рис. 1. Расписание учебных и конкурсных мероприятий в рамках «Недели информатики»

Принципы проведения игр стандартные, соответствующие правилам, принятым в рамках конкретного мероприятия. При этом немаловажным является создание наглядных материалов и атрибутики проведения мероприятий. Так, например, специально для игры «Поле чудес» было разработано программное средство, имитирующее работу барабана, реализованное в среде Borland Delphi 7 на языке Object Pascal (рис. 2).

Учащемуся надо нажать на кнопку старт.

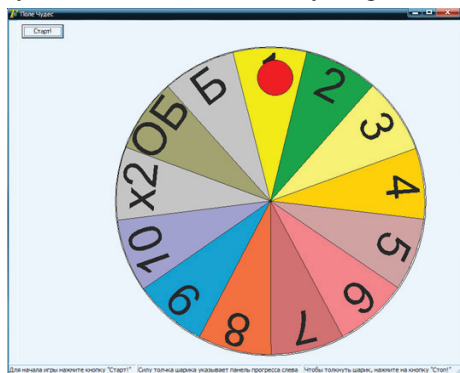


Рис. 2. Вид формы компьютерной программы, с вращающимся барабаном

В момент, когда его устраивает сила толчка, которая визуализируется с помощью панели прогресса слева, ученик нажимает на кнопку стоп (рис. 3). После нажатия шарик начинает крутиться и как следствие определяет результат хода.

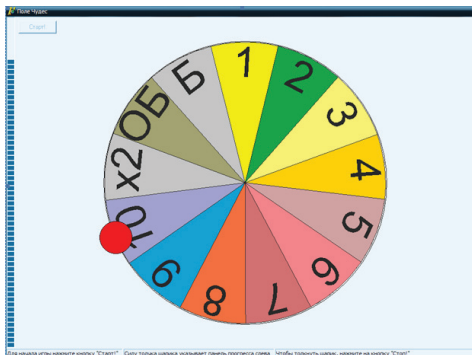


Рис. 3. Визуализация процесса работы барабана

Из вышесказанного можно сделать следующее заключение, что Повышению уровня познавательного интереса в области информатики у школьников способствует содержание учебного материала, отношение между участниками учебного процесса, а также включение в процесс обучения методов: проблемной ситуации, усложнение познавательных задач, творческой работы, интерактивной формы проведения занятий, внеклассных мероприятий по информатике, в частности в рамках проведения «Недели информатики».

#### *Литература*

1. Дейкина А.Ю. Познавательный интерес: сущность и проблемы изучения. М.: Просвещение, 2002. 210 с.
2. Щукина Г.И. Педагогические проблемы формирования познавательных интересов учащихся. М.: Просвещение, 1988. 180 с.
3. Самсонова Н.Ю. Познавательный интерес как фактор развития активности и самостоятельности обучения школьников на уроках физики: URL: <http://festival.1september.ru/articles/579526/> (дата обращения: 27.03.2014).

## **ИНТЕРНЕТ И ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ЛИЧНОСТИ В «ДЕРЕВНЕ» МАРШАЛЛА МАКЛЮЭНА**

*А.Д. Дороничева*

*Евразийский открытый институт, г. Москва, Россия  
e-mail: alinadorn@mail.ru*

Научный руководитель: Е. В. Маликов,  
доцент кафедры информатики и информационных систем

Общим местом при обсуждении новой реальности, связанной с появлением в нашей жизни Интернета, стало говорить о новой социальности, связанной с абсолютной прозрачностью пользователя Глобальной Сети. Предполагается, что в неопределенное «раньше» существовали такие времена, когда человек мог вступить в социальные отношения с тем «резюме», которое сам составил, и проверить которое не было возможности. Целью данного доклада является указание на то, что социальность в эпоху Интернета не носит уникальный характер, а формируется по типу тех отношений, которые нашли кодификацию в Новое время, причем сами эти отношения хотя опираются на суждения, сформу-



лированные в атеистических терминах, все же имеют одновременно с биологической параллельно религиозную основу.

Современность не смотрит на человека, на его способность к мышлению, на создаваемые им институты как на уникальные природные феномены. Так, биосемиотика [1] рассматривает культуру в терминах биологии, а биологию в терминах семиотики, смешивая воедино тем самым гуманитарные и естественнонаучные знания, выступая против редукционистского подхода, характерного для современной западной науки. Филипп Дескола [2] и Жан-Мари Шеффер [3] излагают культуру и человека в терминах биологии, причем Шеффер признает нерешенность вопроса «человеческой исключительности», а экономист Кристиан Лаваль, рассматривая человека с точки зрения биологии, отношения внутри социума с точки зрения систем, культуру с точки зрения семиотики, приходит к выводу: раз человек «природен», а культура «человечна», то «природна» и экономика [4]. При этом мир с возникновением Интернета стал очень маленьким и, как может показаться, удивительно гомогенным, а человек, наоборот, неоправданно большим, поскольку «коллективный разум» поддавался искушению трактовать «гаджеты» как естественное продолжение тела [5]. Немало нелестного о мире говорит и обществоведение. Еще до внедрения в массы термина «потребительская цивилизация» Ги Дебор сказал о современном ему буржуазном обществе, как об «обществе спектакля» [6]. Т.е., согласно Дебору, Западная Европа – сцена, на которой проходят презентации человека, сам человек при этом является субъектом экономических отношений, а его позиционирование происходит через потребление.

Лежащее в основе концепции «человека экономического» взаимное недоверие людей друг к другу разрешалось в доиндустриальном обществе знакомством каждого с каждым. Существенной частью деловой этики была открытость: с человеком, который что-то утаивает, никто старался не иметь дела. Репутация была не пустым звуком – игрок рынка должен был носить маску честного человека, которому нечего прятать. Это давало такому игроку огромное преимущество перед «темными личностями», вынужденными что-то скрывать. Честность и открытость были товаром.

И именно потому, что в западном обществе Нового времени зрело убеждение в изначальной порочности человека [4], этот товар был непосильно дорог для большинства.

Появление Интернета породило мнение о том, что виртуальное тождественно «игрушечному», однако когда в Сеть пришли серьезные люди и увидели, что оперирование в ней может стать источником дохода в рамках индустрии знаний, они стали рассматривать Паутину в качестве полигона для реализации своих бизнес-проектов, как реальность, неотличимую от off-line.

Мир превратился в «мировую деревню» не тогда, когда об этом сказал Маклюэн, а когда в Сеть пришли транснациональные корпорации (ТНК), не желающие иметь дела с анонимами. Им понадобился Клиент, О Котором Они Хотят Знать Все.

Да, есть частная жизнь и охрана личного пространства. Это стоит оберегать, но ведь мало кому интересны чужие мерзости. Иное – экономическая жизнь, где сама личность выступает копируемым товаром. А копирование на постиндустриальном рынке должно быть честным, иначе возникает риск прослыть недобросовестным производителем [7].

Никто не пытается выявить тайные пороки пользователя – он сам о них объявляет тысячью способов, забывая, что все фрагменты его «электрической личности» способны к восстановлению в единой авторской маске [8], каждый дробный кусочек в которой, став на место, дополнит картину, с достоверностью повествующую о своем носителе. «Юзер» забывает, что за ним сегодня следят не сексоты доиндустриальной эпохи, а электроника ТНК. Действующая предельно быстро, способная хранить потенциально бесконечную информацию, обладающая ресурсами, позволяющими обработать любые данные, имеющая хорошие программы, осуществляющие такую обработку. И все во имя единственной цели: для того, чтобы сделать «юзера» активным участником рынка. И если пороки пользователя несущественны для этой цели, то никого они не интересуют. Порок должен быть статистически значимым, чтобы на нем смогли зарабатывать.

Если мы готовы признать, что виртуальное пространство – единственная ныне реальность, то нас не смутит необходимость предоставления персональных данных на каждого потенциаль-

ного покупателя соответствующим службам ТНК, ведь мы раз за разом передаем наши анкеты кому угодно. И тут уж лучше быть предельно открытым, памятуя как о невозможности автономизации авторской маски от личности, так и о невозможности скрыть от сканирующих программ свои интересы.

Такая открытость побочным эффектом будет иметь то, что от «рекламы соблазна» [9] некоего «общего типа» ТНК переходят к контекстной рекламе, не изобретая потребностей путем стимулирования соблазнов, но четко следуя за интересами «электронной личности», разбросанными в виде множество мини-запросов в виртуальном пространстве.

Строго говоря, сама личность транснациональным корпорациям не нужна – нужны ее интересы. Нужны пуританская честность в делах и квазирелигиозное отношение к открытости как прямому условию получения выгоды: нужен возврат к этике по Максу Веберу [10]. Администрацию глобального супермаркета характеризует способность к паноптическому наблюдению за акторами рынка [11], и в этом смысле этот «глобальный магазин» берет на себя надзирающую функцию, и выполняет ее так хорошо, что скрыться от надзирателя нет никакой возможности. Каждый по-прежнему несет с собой свою репутацию. Плохая «электронная репутация» является ныне не менее веским основанием для отлучения покупателя от тотального «электромаркета», чем плохая «кредитная история», которая в условиях электронных платежей является предельно прозрачной. Но главное, что еще плохо понимается пользователями «тотального электромаркета», это то, что информационные системы – не только «железо», протоколы, алгоритмы и программное обеспечение; даже не провода, но реальные люди в узлах Сети, которые создают новую социально-информационную среду, живущую при этом по указанным этико-экономическим законам европейского Нового времени: единым общезначимым «паноптического общества». Или, говоря по-иному, обществом тотального взаимного контроля, который оказался достижим в планетарном масштабе благодаря цифровым технологиям. Тотальный контроль в Сети – не следствие развития технологий, но следствие развития европейской (преимущественно, протестантской) мысли, поэтому выводить ситуацию из одной лишь машинерии кажется нам недостаточным.

Основываясь на теоретических разработках западноевропейских авторов и на эмпирических данных собственных наблюдений, мы должны заключить, что сами по себе цифровые технологии не привнесли в мир нового качества. Пока вызов «цифрового пространства» не содержит в себе ничего, что требовало бы коренной ломки человека. Позиционирование личности остается «деревенским» ровно настолько, насколько мы согласны принять термин «мировая деревня» Маршалла Маклюэна. Понятно, что речь идет лишь о той личности, которая включена в индустрию знаний хоть в качестве производителя, хоть в качестве потребителя – существенной разницы здесь нет. Для прочих места в «мировой деревне» не предусмотрено.

#### *Литература*

1. Wheeler Wendy. The Whole Creature. Complexity, biosemiotics and the evolution of culture. – London: Lawrence & Wishart, 2006
2. Дескола Ф. По ту сторону природы и культуры. – М.: НЛЮ, 2012
3. Шеффер Ж.-М. Конец человеческой исключительности. – М.: НЛЮ, 2010
4. Лаваль К. Человек экономический. – М.: НЛЮ, 2010
5. Маклюэн Г.М. Понимание Медиа: Внешние расширения человека. – М.; Жуковский: «КАНОН-пресс-Ц», «Кучково поле», 2003
6. Дебор Г. Общество спектакля. – Опустошитель, 2012
7. Маликов Е. Интернет, глобализация и проблемы защиты авторского права: некоторые философские и экономические аспекты информационного обеспечения рыночных отношений в сетях. // Материалы III международной научно-практической конференции «Евразийское пространство: приоритеты социально-экономического развития», 12 апреля 2013 г., г. Москва. – М: Изд. Центр ЕАОИ, 2013
8. Ильин И. Постмодернизм. Словарь терминов. – М.: ИНИОН РАН (отдел литературоведения) – INTRADA, 2001
9. Бодрийяр Ж. Соблазн. – М.: Ad Marginem, 2000.
10. Вебер М. Протестантская этика и дух капитализма. // Избранные произведения. – М.: Прогресс, 1990
11. Фуко М. Надзирать и наказывать. – М.: – Ad marginem, 1999/

## **ВОЗМОЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННО- ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ**

*Е. В. Кабачкова*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*  
Научный руководитель: А. Г. Парфенов, д.ф.м.н., проф. кафедры информатики;  
О. С. Нетесова, старший преподаватель кафедры информатики

Стремительное развитие сетевых информационных технологий, помимо существенного уменьшения пространственных и временных преград в распространении информации, открывает новые возможности в области образования. Можно с уверенностью утверждать, что в современном мире интеграции информационных и образовательных технологий становится все более очевидной.

В учебный процесс повсеместно внедряются технологии электронного обучения, которые позволяют достичь не только более эффективной коммуникации с обучаемыми в сети Интернет, но и организовать интенсивное интерактивное, в том числе адаптивное обучение.

Понятие «адаптация» будем рассматривать в двух основных аспектах.

Во-первых, это подготовка преподавателем индивидуализированного (адаптивного) учебного материала для размещения в информационно-обучающей системе. Такой подход способствует реализации адаптации учебного материала как к отдельному обучаемому, так и к группе. В этом случае структура, содержание и способ представления учебного материала зависят от желаемых целей обучения, уровня начальной подготовки обучаемых, на которых ориентирован учебный курс, возможностей воспроизведения и передачи информации в информационно-обучающую систему, а также ряда других факторов. Такой подход будем называть статической адаптацией, поскольку после подготовки адаптированного учебного курса в самом процессе обучения учебно-методический материал остается неизменным [1].

Во-вторых, это адаптивное взаимодействие обучаемого с информационно-обучающей системой, в ходе которого происходит динамическая генерация учебного материала для конкретного обучаемого, используется система помощи и подсказок, организуются диалоги между пользователями, а также предоставляется возможность гибкой настройки интерфейса. Такой подход будем называть динамической адаптацией, поскольку в процессе информационного взаимодействия обучаемого с информационно-обучающей системой происходит как преобразование содержания и способов представления учебно-методического материала, так и всесторонняя настройка системы под обучаемого.

Многоуровневая адаптация – это возможность информационно-обучающей системы, содержащей в своей структуре методы (процедуры) обработки учебно-методического материала, осуществлять сборку статически адаптированного учебного материала [2]. Таким образом, в статически адаптированный учебный материал в процессе его использования обучаемыми можно интегрировать механизмы динамической адаптации.

Основным требованием к информационно-обучающей системе, разработанной с учетом принципов адаптивного обучения, является обеспечение процесса обучения в соответствии с индивидуальными потребностями обучаемого. Решить данную задачу позволяет реализация в информационно-обучающей системе технических приемов и методов, связанных с различными вариантами функциональности обучающей системы. Далее рассмотрим технические приемы, которые наиболее часто используются в информационно-обучающих системах, разработанных с учетом принципов адаптивного обучения.

*Построение последовательности курса обучения* означает обеспечение обучаемого индивидуально спланированной последовательностью блоков учебного материала. Алгоритмы вывода учебного материала можно разделить на циклические, направленные и комбинированные [3].

1. Циклические алгоритмы предполагают повторный возврат к блокам учебного материала, которые обучаемый плохо усвоил.

2. При реализации направленных алгоритмов траектория изложения материала зависит напрямую от обучающегося. Последовательность блоков учебного материала зависит от принятых обучаемым решений, возврата обратно не предполагается.

3. В комбинированных алгоритмах используются оба принципа.

*Детализация учебных блоков* на различных уровнях курса. Данная возможность позволяет подробно прорабатывать материал и организовать индивидуальный подход к обучающимся.

*Интеллектуальный анализ ответов* отвечает за определение степени правильности решения задания обучаемым, а также за анализ недостающих знаний, ответственных за

ошибку. Это представляет обучаемому обратную связь (может быть реализовано в виде ссылок на блоки учебного материала, упущенных обучаемым при прохождении курса).

*Поддержка в решении заданий* реализует возможность получения обучаемым интеллектуальной помощи при тестировании. Уровень помощи может быть разным: от оповещения о неправильно сделанном шаге до выдачи совета и выполнения следующего шага за обучаемого. Реализация данной функциональной возможности позволяет выявить и проанализировать пробелы в полученных знаниях.

*Поддержка в решении заданий на примерах* помогает обучаемым решать новые задания, не выделяя ошибки, а предлагая примеры успешного решения схожих заданий из их более раннего опыта.

*Плановый систематический контроль* на всех этапах обучения, что обеспечивает ритмичность самостоятельной работы обучаемых.

*Вариативность контроля* – применение в качестве контроля заданий различного уровня сложности, в том числе ситуативных кейс-заданий.

*Адаптивная поддержка в навигации* – это поддержка обучаемого в навигации и ориентации с помощью ссылок. При реализации адаптивной поддержки в навигации используется интуитивно-понятный интерфейс для перехода между блоками материала (например постоянно присутствующая колонка меню электронного учебного курса, наличие подробной карты курса), а также система ссылок в тексте учебного материала, позволяющая обучаемым более подробно ознакомиться со значением упоминающихся терминов.

*Взаимодействие между участниками образовательного процесса* – наличие в электронном учебном курсе системы обратной связи: форум для общения с преподавателем, либо форум для обсуждения вопросов пользователей системы.

*Визуализация учебной информации* – наличие возможности визуализации учебной информации в электронном учебном курсе (размещение аудио- и видеофайлов, использование средств компьютерной графики).

*Глоссарий* – система определений и терминов со ссылками на учебные материалы и блоки, к которым они относятся.

Данная система обеспечивает гибкую и комфортную работу с материалами курса.

*Игрофикация* – применение подходов, характерных для компьютерных игр, в учебном курсе с целью повышения интереса обучающихся к изучению нового материала.

Реализация вышеперечисленных возможностей в информационно-обучающей системе позволит осуществлять адаптивное обучение и эффективное сопровождение процесса обучения [4].

Основными проблемами разработки адаптивных электронных учебных пособий являются:

- сетевые образовательные приложения, используемые для обучения, выполнения практических заданий, тестирования, обладают весьма малой возможностью адаптации учебного материала к потребностям конкретных обучаемых;

- сложность сопровождения электронных учебных курсов;

- сложность своевременного отражения в учебных курсах актуальной информации;

- не всегда реализована возможность применения учебного курса как для дистанционного обучения, так и для поддержки деятельности преподавателя в рамках обычного учебного процесса [5].

На сегодняшний день, трудность представляет не создание готовой обучающей системы, а разработка программных средств для создания преподавателем собственных электронных учебных курсов, используя принципы адаптивности в обучении и контроле [6]. Использование адаптивной системы подготовки и сопровождения электронных учебных курсов имеет следующие преимущества:

- минимальные временные затраты на создание учебных курсов;

- обеспечивается современный уровень функциональных и коммуникационных возможностей;

- обеспечивается современный уровень пользовательского графического интерфейса;

- исключаются многие ошибки начинающих разработчиков электронных учебных курсов.

Возможность использования специализированных средств разработки электронных учебных курсов позволит существен-



но расширить аудиторию потенциальных разработчиков курсов, так как даже преподаватели, не обладающие глубокими знаниями в области информационных технологий, способны разрабатывать электронные учебные курсы с помощью таких программных средств.

#### *Литература*

1. Богорев В.В. Психолого-педагогические основы системы адаптивного обучения // Наука и школа, 2001. № 2. С. 12–15.
2. Адаптация, понятие и структура // Дополнительное образование, 2003. № 5. С. 13–16.
3. Мельников А. В., Цытович П. Л. Принципы построения обучающих систем и их классификация // Педагогические и информационные технологии в образовании. 2002. № 4. С. 128–130.
4. Капустин Н.П. Педагогические технологии адаптивной школы: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. Москва: Издательский центр «Академия», 1999. 216 с.
5. Макарычев П. П., Денисова И. Ю. Информационные обучающие системы. Пенза: Изд-во ПГУ, 2008. 160 с.
6. Ланг Я. В. Математическое моделирование и алгоритмы формирования электронных учебных курсов на базе учебных объектов. Тюмень, 2011. 23 с.

## **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА САЙТЕ ТГПУ «ШКОЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ «УСПЕХ»**

*Г. А. Казачкова*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия  
Научный руководитель: Т. А. Прищепа, к.пед.н., доцент ТГПУ*

На сегодняшний день можно отметить активное использование дистанционных технологий во многих сферах образования. Это обусловлено их доступностью – можно обучиться, принять участие во всероссийском и даже международном конкурсном мероприятии, не выходя из дома, и не затратив много времени и денег на переезд в точку проведения мероприятия.

Стоит отметить, что проведение мероприятий в дистанционном режиме имеет ряд своих особенностей, которые необходимо учитывать для их успешной реализации. Представляется,

что для проведения образовательного мероприятия в дистанционном режиме необходимо разработать свою организационно-методическую модель.

Под организационно-методической моделью будем понимать модель сопровождения образовательного процесса. Под термином «сопровождение» порой обозначаются самые различные подходы к содержанию самого понятия (Е.И. Казакова):

- сопровождение может трактоваться как помощь субъекту в преобразовании ориентационного поля развития, ответственность за действия в котором несет сам субъект;

- под сопровождением понимается метод, обеспечивающий создание условий для принятия субъектом развития оптимальных решений в различных ситуациях жизненного выбора;

- сопровождение рассматривается как взаимодействие сопровождающего и сопровождаемого, направленное на разрешение жизненных и профессиональных проблем развития [1].

Т.М. Чурекова дает следующие определения понятию педагогическое сопровождение:

- следовать вместе с кем-нибудь, находясь рядом, ведя куда-нибудь или идя за кем-нибудь;

- комплексная технология, особая культура поддержки и помощи ребёнку в решении задач развития, обучения, воспитания, социализации в учебно-воспитательном процессе. Это система профессиональной деятельности, направленная на создание социально-психологических условий для успешного воспитания, обучения и развития ребенка на каждом возрастном этапе [2].

На сегодняшний день выделяют большое количество видов педагогического сопровождения. Нас же интересует именно организационно-методическое сопровождение.

Методическое сопровождение рассматривается О.А. Тюлиной как система, обеспечивающая создание условий для принятия субъектом развития оптимальных решений в различных ситуациях затруднения [3].

Целью методического сопровождения является содействие в разработке нового качества дидактического обеспечения уровневого образовательного процесса на основе методологии непрерывного образования, компетентностного

подхода к результатам образования с ориентацией на личностную составляющую, формирования новой субъектной позиции студента и изменения роли преподавателя в образовательной деятельности [3].

А.С. Воронин рассматривает организационно-методическое сопровождение как систему, включающую организационно-правовой блок, требования Государственного образовательного стандарта, программно-методическое обеспечение [4].

Обобщая вышесказанное, можно рассматривать организационно-методическое сопровождение, как систему взаимодействия всех субъектов образовательного процесса с целью создания условий для принятия оптимального решения обучаемым. В структуру организационно-методического сопровождения должны быть включены: организационно-правовой блок; требования Государственного образовательного стандарта; программно-методическое обеспечение.

В систему взаимодействия субъектов образовательного процесса в целевой среде «Школьная академия «Успех» входят: кураторы сайта, а также команды, принимающие участие в мероприятии. В свою очередь команды делятся на руководителей и участников. Роль руководителя может выполнять учитель любого предметного направления, педагог допол-

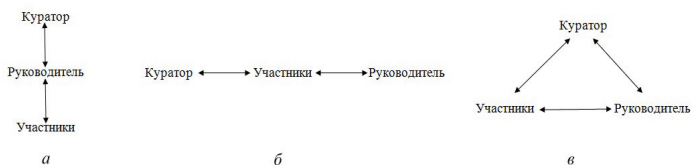


Рис. 1. Виды взаимодействия субъектов образовательного процесса

Первый вид взаимодействия (а). Все взаимодействие с куратором осуществляется через руководителя, который, в свою очередь, передает все информацию участникам мероприятия, руководитель подготавливает и направляет команду при разработке материалов, предоставляемых на мероприятие на сайте.

Второй вид взаимодействия (б). Участники самостоятельно связываются с куратором для разъяснения возникших вопросов, а руководитель подготавливает и направляет команду при разработке материалов, предоставляемых на мероприятие на сайте.

Третий вид взаимодействия (в). Участники команды и руководитель параллельно связываются с куратором для разъяснения возникших вопросов, к тому же руководитель подготавливает и направляет команду при разработке материалов, предоставляемых на мероприятие на сайте.

Вид взаимодействия выбирается командой самостоятельно и зависит от многих факторов, например, от возраста участников.

Но, как видно из схемы (рис. 1), во всех трех случаях субъекты взаимодействия связаны друг с другом, и эффективное функционирование может быть достигнуто только при полном участии всех трех субъектов взаимодействия.

При определении организационно-методического сопровождения, мы делали акцент на том, что это должна быть система, которая соответствует ФГОС. Значимым понятием Федерального государственного стандарта являются универсальные учебные действия (УУД): личностные, регулятивные, познавательные, коммуникативные [5].

Все мероприятия, проводимые на сайте «Школьная академия «Успех» направлены на развитие УУД различных уровней. Например, в структуре проекта «Мы помним» основной акцент делается на личностные и коммуникативные УУД, в конкурсе «Хочу знать больше» – на познавательные универсальные учебные действия, и, конечно же, при участии в любом из мероприятий развиваются регулятивные УУД.

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод о том, что для эффективного функционирования организационно-методической модели сопровождения образовательных мероприятий на сайте «Школьная Академия «Успех» необходимо соблюсти некоторые организационно-педагогические условия:

- доброжелательный и понятный интерфейс образовательно-информационной среды;
- организованную, доступную, мобильную обратную связь с кураторами образовательно-информационной среды;
- мероприятия должны затрагивать зону и ближних, и дальних интересов учащихся;
- мероприятия должны соответствовать возрастным особенностям;
- мероприятия должны иметь разнонаправленный характер, чтобы обеспечить индивидуальные запросы школьников с учетом их способностей и возможностей.

### *Литература*

1. Казакова Е.И. Система комплексного сопровождения ребёнка: от концепции к практике // Психолого-педагогическое, медико-социальное сопровождение развития ребёнка: материалы Всерос. науч.-практ. конф. СПб., 1998. С. 45–48.
2. Чурекова Т.М. «Психолого-педагогическое сопровождение развития одаренных детей и молодежи» // Образовательный сайт Кузбасского регионального ИПКиПРО – [электронный ресурс] URL: [http://ipk.kuz-edu.ru/files/upload/Glossarii\\_Odar\\_deti\\_eksper\\_ploschadka.docx](http://ipk.kuz-edu.ru/files/upload/Glossarii_Odar_deti_eksper_ploschadka.docx) (дата обращения: апрель 2014)
3. Тюлина О.А. «Методическое сопровождение деятельности преподавателя вуза в условиях перехода на уровневую систему высшего профессионального образования» // Сайт Института образования взрослых Российской Академии образования – [электронный ресурс] URL: [http://iovrtao.ru/uf/editor/File/contents/dissfund/AR\\_TyulinaOA\\_Kand\\_2012.pdf](http://iovrtao.ru/uf/editor/File/contents/dissfund/AR_TyulinaOA_Kand_2012.pdf) (дата обращения: апрель 2014)
4. Воронин А.С. «Организационно-методическое сопровождение профессиональной подготовки студентов в системе «колледж – вуз» // Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat – 2003 – [электронный ресурс] URL: <http://www.dissercat.com/content/organizatsionno-metodicheskoe-soprovozhdenie-professionalnoi-podgotovki-studentov-v-sisteme-> (дата обращения: март 2014)
5. Информационные технологии. Материал из «Методической копилки» методическая копилка учителей информатики 01.03.2013 [электронный ресурс] URL: <http://metod-kopilka.ru/page-udd-1.html> (дата обращения: март 2014)

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧЕБНОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ВУЗА**

*А. А. Мытник*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Научный руководитель: А.П. Клишин, ст. преп. каф. информатики*

Организация качественного учебного процесса на основе современных моделей обучения требует детального и глубокого анализа информации о каждом студенте, что ведет к значительному увеличению потока обрабатываемых данных.

Цель настоящей работы заключалась в разработке комплексной модели поведения учебного подразделения для совершенствования программного пакета E-Decanat. Разработаны основные компоненты бизнес-модели деятельности деканата: дерево и модели бизнес-процессов, стратегические цели и показатели, организационная структура, системная архитектура. Практика эксплуатации созданной информационной системы

E-Decanat показала, что разработка и внедрение комплексной бизнес-модели значительно повышает эффективность работы и менеджмента учебного подразделения, обеспечивает устойчивое организационное и технологическое развитие [1–4].

На сегодняшний день разработано множество языков и средств моделирования, которые применяются в области процессного подхода к управлению деятельностью в организации. Широкое распространение среди разработчиков программного обеспечения получили следующие нотации и методологии для моделирования бизнес-процессов:

- IDEF0, IDEF3 – методологии функционального моделирования и нотации описания бизнес-процессов.

- eEPC – Extended event driven process chain – нотация описания бизнес-процессов, основанная на событийном подходе.

- BPMN – нотация моделирования бизнес-процессов. Ограничивается только описанием процессов и распространяется на сопряженные аспекты моделирования.

Для решения поставленных в работе задач, из рассмотренного выше списка нотаций и методологий была выбрана нотация eEPC. Данная нотация отличается следующим набором положительных сторон: расширяемость, широкий набор структурных элементов языка, доступность в быстром освоении и использовании. Нотация eEPC включает элементы булевой логики, что делает возможным конструировать модели бизнес-процессов учебного подразделения с условиями, описывающими деятельность организации.

Основным принципом моделирования в нотации eEPC является вызов функции как реакция на событие. В терминах eEPC всякая активная деятельность является функцией, выполнение которой начинается при наступлении некоторого события и заканчивается другим событием.

В качестве инструментария моделирования процессов было выбрано программное обеспечение ARIS, включающее в себя eEPC, UML – язык объектно-ориентированно моделирования и ERM – язык описания структур данных. Данный функционал покрывает потребности в моделировании деятельности учебного подразделения. Кроме того, ARIS не только приложение, но и комплексная методология, обеспечивающая все виды работ по реинжинирингу и оптимизации бизнес-процессов.

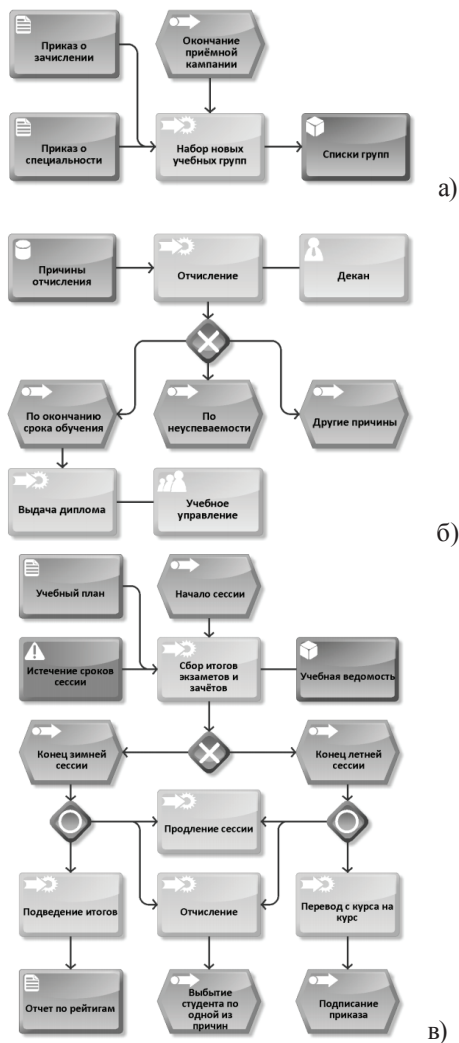


Рис. 1. Основные бизнес-процессы учебного подразделения: а – бизнес-процесс «формирование учебных групп»; б – бизнес-процесс «отчисление учащихся»; в – бизнес-процесс «сессия»

На рисунке 1 представлена модель основных бизнес-процессов учебного подразделения (деканата). Процесс комплектации новых учебных групп запускается по окончании приемной кампании ВУЗа. Учебные группы формируются на основании приказов о зачислении учащихся по факультету. Каждой новой учебной группе ставится в соответствие идентификатор, выбираемый по правилам деканата. В результате выполнения бизнес-процесса «комплектация новых учебных групп» будет сформирован новый список учебных групп.

Бизнес-процесс «сессия» состоит: сбор итоговых оценок полученных учащимися на экзаменах и зачетах за определенный интервал времени (рис. 1в). Данный бизнес-процесс может быть запущен в специально установленную дату (дата начала сессии). На основании учебного плана составляется расписание приема зачетов и экзаменов. Для каждой учебной дисциплины деканат формирует учебную ведомость, которая содержит список учащихся учебной группы, название дисциплины, данные о преподавателе, итоговые оценки и пр. Все ведомости требуется сдать в деканат до определенной даты. После окончания сессии работниками деканата подводятся ее итоги, формируется отчет по рейтинговым показателям, решаются вопросы о продлении сессии для некоторых студентов или их отчислении. По окончании летней сессии запускается бизнес-процесс «перевод с курса на курс».

Во время обучения студент может подать заявление о предоставлении академического отпуска, что запустит соответствующий бизнес-процесс (рис. 2а). Заместитель декана по учебной работе составляет приказ о предоставлении академического отпуска. Затем декан факультета принимает решение о предоставлении академического отпуска на основании имеющихся причин и других данных. На рисунке 2б показан бизнес-процесс «контрольная точка», который является цикличным и запускается в установленные даты учебного семестра. На основе данных, из учебных ведомостей формируется отчет о текущей успеваемости учащихся.

На основе созданной модели реализована программная библиотека, содержащая алгоритмы статистического анализа, и разработана математическая модель обработки потока управленческой информации и т. д. Это позволило разработать



программное дополнение к пакету E-Decanat, реализованное в виде библиотеки java-классов. При разработке были использованы IDE NetBeans, MS SQL Express Edition, СУБД MySQL. Предложенное решение является кросс-платформенным и опирается на открытые стандарты свободного программного обеспечения, что заметно расширяет сферу его применения для нужд высшего профессионального образования.

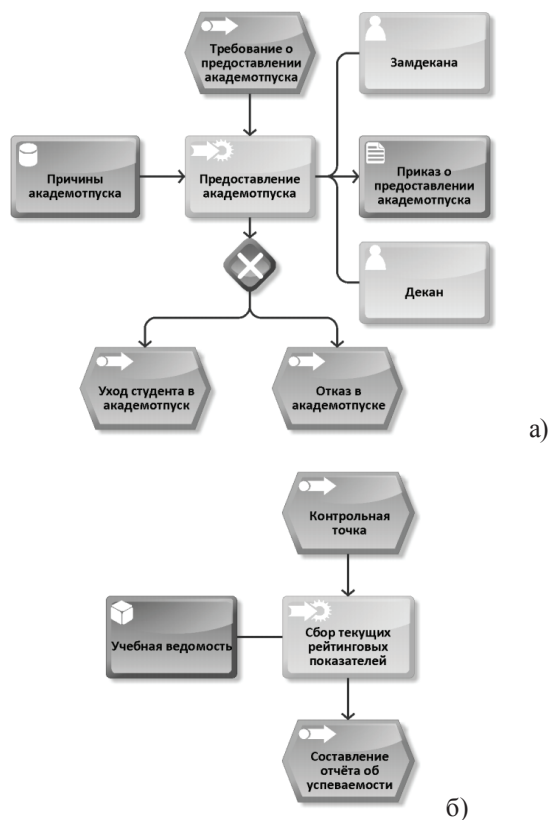


Рис. 2. Модель бизнес-процессов деканата в нотации eEPC: *a* – бизнес-процесс «принятия решения о предоставлении академического отпуска»; *б* – «контрольная точка»

### *Литература*

1. Вендров А.М. Проектирование программного обеспечения экономических систем. Современные методы и средства проектирования информационных систем. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 544 с.
2. Адаманский А.В. Информационная модель управления высшим учебным заведением // Вестник НГУ, Т. 8, Вып. 3, 2010. – С. 55–65.
3. Клишин А.П., Мытник А.А. Информационная система E-Decanat 2.0 // Материалы всероссийской научно-методической конференции «Телематика 2012» – СПб.: Изд-во СПбГУ ИТМО, 2012. – С. 206–207.
4. Мытник А.А., Клишин А.П., Опыт внедрения информационной системы E-Decanat 2.0 для автоматизации учебным процессом в ТГПУ // Вестник ТГПУ, Вып. 1 (129), 2013. – С. 184–187.

## **РАЗРАБОТКА ПРАКТИКУМА ПО ДВОИЧНОЙ АРИФМЕТИКЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ**

*Д. С. Неверов*

*Евразийский открытый институт, г. Москва, Россия  
e-mail: bwehaa@gmail.com*

Научные руководители: Е. В. Маликов, доцент кафедры информатики и информационных систем;  
Е. А. Хицков, к.э.н

Поколение, воспитанное на ЕГЭ, как показывает практика, с большим удовольствием отвечает на «скиннеровские» тесты (выбор из вариантов), чем решает самостоятельные задачи «без подсказки». И дело здесь не только в том, что предлагаемые варианты ответов «экономят разум», но и в том, что современное применение тестов предполагает использование компьютеров, а не «игру по переписке» с помощью почтовых карточек. Такая организация процесса обучения и его контроля является чем-то большим, чем доступная форма дистанционного обучения – сам процесс «нажатия на кнопки» превращает участника тестирования в игрока своеобразного компьютерного «квеста», при этом каждое нажатие на клавишу в котором ведет к более или менее удачному «выстрелу». Пренебрегать этим (как кажется на первый взгляд) побочным эффектом не нужно: в основе увлечения человека компьютерными «стрелялками» лежит тактильная форма постижения действительности и тактильный способ (осознание) получения информации. О важности этого чув-

ства – одного из пяти, известных человеку, – указал в своей книге современный философ, занимающийся проблемами информационного общества, М.М. Кузнецов [1].

Подход, избранный нами при реализации данного автоматизированного процесса точно следует логике устного изложения материала и письменных ответов на вопросы (письменного решения примеров). Мы ограничились заданиями, связанными с фиксированным форматом представления чисел и независимым от внутреннего машинного представления переводом чисел из одной позиционной системы счисления (СС) в другую, когда основания таких систем счисления равны целой степени двойки.

Поставленная в данной работе задача, таким образом, сводится к решению следующих подзадач:

1. Получение из двоичной правильной дроби кодов;
2. Суммирование двух чисел в обратном и дополнительном кодах;
3. Умножение двух чисел;
4. Преобразование двоичных чисел в СС с основаниями «8» и «16» и обратно.

Понятно, что это все элементарно делается вручную, но когда мы имеем дело с механической, по большей части, работой, возникает соблазн автоматической генерации чисел и машинной проверки правильности действий учащегося/студента для последующего включения данного процесса в систему автоматизированного обучения, которое в Евразийском открытом институте поставлено на достаточно высокий уровень, как в теоретической, так и в практической плоскостях [2]. Это, в частности, означает, что наша программа – автоматизированный «квест», который мы предлагаем в качестве тестирующей и контрольной работы для первой части курса «Основ информатики», – может быть интегрирована тем или иным способом в среду ELMS, существующую в ЕАОИ и доступную, как минимум, студентам, в ней зарегистрированным. При этом нет никакой разницы в том, какую дисциплину изучает студент, поскольку данные знания являются базовыми для всех типов подготавливаемых ЕАОИ специалистов [3].

В Евразийском открытом институте разработана собственная электронная обучающая система [4]. В ней обеспечена

возможность сдачи тестов для студентов. Но все тесты строятся по одному принципу – выбор одного ответа из нескольких, выбор нескольких ответов из нескольких, либо ввод ответа в пустое поле. Соответственно задания для задач составляются заранее, и определять знания по двоичной арифметике таким путем является не очень практичным [5]. Поэтому было решено создать отдельную программу для данного тестирования, основанную на полной неопределенности выбора конкретных чисел в примерах.

На данный момент программа тестирует по 4-м типам заданий:

- Перевод систем счисления ( $2 \leftrightarrow 8$ ,  $2 \leftrightarrow 16$ )
- Перевод чисел в прямой, обратный и дополнительный код
- Сложение прямых и обратных кодов
- Умножение прямых кодов

Задания идут по уровням повышения сложности. Так, в первом задании нужно просто ввести в поле ответ, то есть перевести число из одной системы счисления в другую.

Во втором задании нужно уметь переводить числа в три типа кодов, для этого есть соответственные поля: Прямой, Обратный и Дополнительный.

Третье задание делится на два этапа:

1. Перевести два числа в указанный код и ввести их в нужные поля
2. Сложить эти коды и ввести сумму в поле ответа

Четвертое задание также делится на два этапа:

1. Перевести два числа в прямой код
2. Умножить данные коды и ввести произведение в поле ответа

Основным отличием четвертого задания от третьего, является то, что во втором этапе нужно помимо ответа, также расставить строки сложения в правильном порядке и количестве. Тестируемый может выбрать относительно какого множителя двигать строки.

При ошибочном ответе, при нажатии *Далее*, программа укажет на поля, где содержится ошибка, ведь тестируемый должен знать, где и в чем он «провинился».

Для каждого задания ставится отдельное время, что позволяет проходить тестирование только на конкретные темы.

Все задания программируются отдельно, что затрудняет создание единого графического интерфейса (что собственно и не нужно, так как все условия задач генерируются случайным образом), но зато позволяет добавлять новые типы заданий.

До начала выполнения заданий, в режиме отладки, можно указать количество необходимых вопросов, а в режиме сдачи теста эти поля являются указателем – на сколько вопросов необходимо ответить. После прохождения очередного этапа, сам он пропадает из списка выбора заданий, не создавая тем самым путаницу для пользователя.

Также до начала тестирования можно выбрать понравившуюся цветовую схему для настройки внешнего интерфейса программы, что добавляет удобство пользователю во время сдачи теста. В программе предусмотрена авторизация, и многоуровневый доступ. Преподаватель может сам установить количество попыток и необходимые темы тестирования.

Результатом нашей работы является простое, удобное и понятное программное обеспечение, для достаточно тонкого определения знаний по двоичной арифметике в рамках учебного курса «Информатика», который читается в Евразийском открытом институте.

#### *Литература*

1. Кузнецов М.М. Опыт коммуникации в информационную эпоху. Исследовательские стратегии Т.В. Адорно М. Маклюэна. – М.: ИФ РАН, 2011.
2. Бочков В.Е., Хицков Е.А. Системная интеграция информационных ресурсов в образовательном процессе: современные подходы и эффективные решения // Труды XVII Всероссийской научно-методической конференции Телематика. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – С. 117–119.
3. Маликов Е.В. Информационно-коммуникационные технологии и социальные компетенции // Вестник ТГПУ. – 2013. – № 11 (139). – С. 144–149.
4. Веденяпин Е.Н., Хицков Е.А. Организация учебного процесса в вузе с применением дистанционных образовательных технологий // Труды XX Всероссийской научно-методической конференции Телематика, – СПб: СПбГУ ИТМО, 2013. – С. 62–63.
5. Бочков В.Е., Царьков Е.Н., Хицков Е.А., Информационно насыщенная среда управления распределенным вузом: новые подходы и решения // Труды международной научно-практической конференции «Теория активных систем» – М.: ИПУ РАН, 2011. – С. 13–21.

## **МОДЕЛЬ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОГРАММИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ПО КУРСУ ИНФОРМАТИКИ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ СТАРШИХ КЛАССОВ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ**

*О. С. Нетёсова*

*Старший преподаватель кафедры информатики,  
Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Одним из современных методов обучения, основанных на использовании в учебном процессе является программированное обучение. Главной идеей программированного обучения можно назвать управление учебными действиями обучающегося с помощью обучающей программы, разработанной в соответствии с принципами Берреса Скиннера и Нормана Кроудера. Неотъемлемой составной частью программированного обучения выступает программированный контроль. В системе программированного обучения контроль является не только элементом проверки знаний, умений, и навыков, приобретаемых учащимися, но и выполняет функцию обратной связи в системе обучения.

Целью настоящей работы является разработка системы тестов по теме «Математическая логика» с использованием элементов программированного контроля.

На основе принципов разветвленного алгоритма обучения Н. Кроудера нами были сформулированы принципы системы тестирования:

- 1) сложность заданий верхнего уровня и их упрощение при углублении;
- 2) использование закрытых вопросов;
- 3) частично-дифференцированный ход контроля. [3]

При разработке системы тестирования мы уточнили разветвленный алгоритм программированного обучения Нормана Кроудера. Потребовалась проработка переходов от задания к заданию и определение уровней сложности вопросов, согласно разработанной схеме разветвленного алгоритма тестирования.

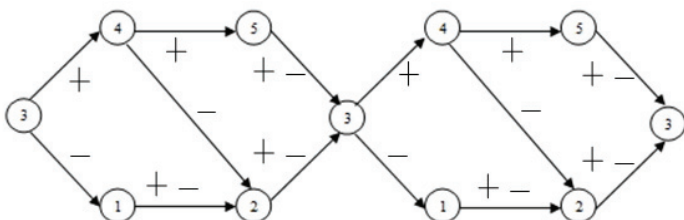


Рис. 1. Схема разветвленного алгоритма тестирования

Третий уровень сложности является средним уровнем. Если в процессе решения был получен правильный ответ, то учащийся переходит к заданиям более высокого уровня – четвертого. Если ученик не справляется с заданием среднего уровня, то переход осуществляется к более простым заданиям, решив которые учащийся вновь возвращается на средний уровень нового блока. Если у учащегося возникают трудности при решении заданий четвертого уровня, то ему дается возможность восполнить пробел в знаниях, решив задание второго уровня. После чего он переходит на третий уровень нового блока. Если трудностей при решении не возникло, то переход осуществляется к более сложному – пятому уровню. В данной схеме разветвленного алгоритма тестирования возможны только такие переходы между уровнями.

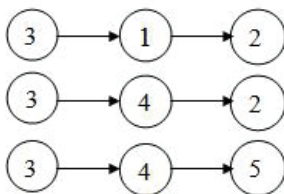


Рис. 2. Возможные пути прохождения блока

Количество блоков определяет количество прохождения цикла, состоящего из трёх вопросов, согласно схеме.

Для успешной реализации тестовой системы необходимо учитывать, что задания должны быть однозначны и жестко формализованы. Формализация дает возможность определить понятия узкого и широкого тестов. При наличии одного типового вопроса, который не меняется от блока заданий к блоку

заданий, тест считается узким. Широкий тест состоит из блоков с центральными вопросами разного типа. Широкие тесты могут состояться из узких тестов.

Простота и сложность теста зависят от количества критериев (проверяемых навыков). Простой тест проверяет 1–3 критерия, сложный – более 3 критериев. Первым критерием всегда служит проверка уровня развития понятийного аппарата учащегося. Второй и последующие критерии отвечают развитию навыков практической работы и также ограничиваются темой теста.

Параметры изменения уровня сложности соответствуют критериям теста.

Третий уровень сложности, которому отвечает центральный вопрос, рассчитан на оценку «удовлетворительно».

*Пример структуры узкого сложного теста по теме «Логические законы и правила преобразования логических выражений».*

1. Пример центрального (3-й уровень) вопроса:

Для какого слова *ложно* высказывание: «Первая буква слова согласная  $\rightarrow$  (Вторая буква слова согласная  $\vee$  Последняя буква слова гласная)»?

1) ПАРАД; 2) ОГОРОД; 3) ЖАРА; 4) ОРДА.

2. Описание проверяемых навыков (критерии)

Сопутствующие понятия: отрицание; импликация; конъюнкция; дизъюнкция; закон де Моргана.

Навыки: преобразование логических выражений; использование свойств дизъюнкции, конъюнкции, отрицания, импликации; применение закона де Моргана.

Параметры изменения уровня сложности: а) увеличение количества операндов; б) комбинации операций

3. Уровни сложности:

I. Уровень. а) 2 операнда; б) 2 операции. (Импликация и отрицание) или закон де Моргана.

II. Уровень. а) 3 операнда; б) 3 операции. (Импликация, отрицание и конъюнкция или дизъюнкция) или (закон де Моргана и конъюнкция или дизъюнкция).

III. Уровень. а) 3 операнда; б) 3–4 операции. Импликация, закон де Моргана и отрицание.



IV. Уровень. а) 4 операнда; б) 3 операции. Импликация, закон де Моргана и конъюнкция или дизъюнкция.

V. Уровень. а) 4 операнда; б) 4 операции. Импликация, закон де Моргана, отрицание и конъюнкция или дизъюнкция.

В процессе внедрения методов программированного контроля в курс информатики 10–11 классов при изучении темы «Математическая логика» была составлена система тестов, которая позволила повысить качество подготовки к сдаче ЕГЭ учащихся старших классов г. Томска.

#### *Литература*

1. Аванесов В.С. Форма тестовых заданий. – М.: Центр тестирования, 2005. 156 с.
2. Сидорик В.В., Чичко О.И. Теория и практика разработки тестовых заданий, Учебное электронное издание. – Минск, 2010.
3. Опарина Н.М., Полина Г.Н., Файзулин Р.М., Шрамкова И.Г. Адаптивное тестирование : учеб.-метод. пособие. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2007. – 95 с.

## **КОЛЛЕКТИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ РОБОТОВ НА ПРИМЕРЕ KILOBOTS**

*М. Ю. Плотникова*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: О.С. Нетесова, старший преподаватель  
кафедры информатики

В настоящее время активно развивается отрасль кибернетики – групповая робототехника. Групповая робототехника представляет собой совершенно новый подход к согласованию систем совокупностей роботов, которые состоят из большого числа простых физических роботов [1]. Коллективное поведение возникает из взаимодействия роботов друг с другом и с окружающей средой. Такой подход относится к научному направлению по искусственному, ровному интеллекту, который возник в результате биологических исследований насекомых, в частности, муравьев, пчел.

В отличие от обособленной робототехнической системы, в которой все функции выполняет единственный механизм, групповая робототехника включает в себя большое количество

роботов, между которыми распределены функции унитарной системы. Основное направление групповой робототехники заключается в исследовании поведения роботов в группе.

Создание сложной системы, состоящей из множества сравнительно простых устройств дает нам повышение надежности, гибкость, потенциальную возможность развития и усложнения решаемых задач путем наращивания мощности коллектива.

Целью данной работы заключается в изучении особенностей коллективного поведения роботов, основой которого является программирование мини-роботов под названием kilobots.

В процессе работы могут возникнуть следующие проблемы:

- Непредсказуемая динамика внешней среды (вплоть до сознательного противодействия).

- Неполнота и противоречивость знаний роботов о состоянии внешней среды и о других участниках.

- Многообразие вариантов путей достижения цели, структур коллектива, распределения ролей.

- Распределенный и динамический характер планирования действий коллектива.

- Проблемы, связанные с тем, что коллектив представляет собой совокупность физических объектов, действующих в реальной сложной среде (проблемы надежной коммуникации, распределенность коллектива в пространстве).

- Прочие технические проблемы (архитектура сети, протоколы, операционные средства).

Модели и методы, лежащие в основе коллективного поведения роботов:

- «Строгое» математическое решение. Речь идет об исследованиях в области теории систем, создании формальных моделей и механизмов коллективного поведения.

- Технологии многоагентных систем (МАС).

- Имитационное моделирование, то есть реализация моделей взаимодействующих субъектов (роботов), при этом за основу берутся биологические.

- Роевые, пчелиные и муравьиные алгоритмы. Это методы, исследующие внешние, сугубо феноменологические

стороны поведения живых организмов. Подобного рода методы и алгоритмы лежат в основе так называемого роевого интеллекта.

– Эволюционные методы. Основной задачей является реализация эволюционным путем механизмов внутривидового (внутрироевого) взаимодействия.

Остановимся на технологии многоагентных систем (МАС). Агент это некая «разумная» сущность, способная к рациональному поведению. Если агент – это робот то, задачей МАС является построение согласованного коллективного поведения роботов. Наиболее близкими к теории МАС можно считать задачи организации командной работы. Следует различать командную работу роботов от иных видов скоординированного поведения типа альянсов и коалиций. Командная работа – это такое поведение, которое целиком подчинено достижению общей командной цели. В команде ее участники (роботы, агенты) берут на себя обязательство стремиться к достижению командной, а цель системы декомпозирована (в пространстве и времени) на множество взаимосвязанных подцелей, достижение которых возлагается на различных агентов команды.

Распределение подцелей между членами команды, а также координация их поведения должны выполняться средствами самой команды, без какого-либо внешнего вмешательства.

Агент помимо прочего характеризуется такими свойствами, как наличие общих и индивидуальных обязательств и намерений, способность к планированию, коммуникации, согласованию.

Основными проблемами многоагентных систем являются:

– Агент не в состоянии выполнить назначенное действие (исчерпан ресурс, действие не может быть выполнено в новых условиях изменившейся среды).

– Требуемое действие может оказаться невыполнимым для агентов, и тогда нужно выбирать новый план достижения цели.

– Возникновение непредвиденной ситуации при исполнении действия (например, агент сообщил, что он начал исполнение действия, однако в ожидаемый момент не появилось свидетельств, что действие закончено).

– Коллективная обработка непредвиденных ситуаций и возможность изменения сценариев вообще не рассматривается в известных работах.

– Известные методы не рассчитаны на специфику командной работы агентов в условиях противодействия.

За основу имитационной модели берутся модели биологических объектов. Считается, что получение адекватных моделей тех же насекомых позволит реализовать естественным образом и их стайное (роевое) поведение. Проблема состоит в том, что насекомые – очень непростой объект для исследований, так как нервные клетки муравьев и пчел малы по размеру и трудны для изучения, этих нервных клеток очень много (ЦНС виноградной улитки содержит около 10 тыс. нейронов; у муравьев общее количество нейронов – порядка 1 млн.), попытки раскрытия интегративных механизмов, лежащих в основе коллективного поведения, основаны, прежде всего, на длительных высокоточных наблюдениях.

Задача роевых алгоритмов является изучение и описание коллективного поведения децентрализованной самоорганизующейся системы. Методы рассматриваются, прежде всего, как некие специфические механизмы поисковой оптимизации. Большинство алгоритмов относятся к классу метаэвристик. Системы состоят из множества агентов, локально взаимодействующих между собой и с окружающей средой. Примеры некоторых роевых алгоритмов, которые используются для создания робототехнических систем: муравьиный алгоритм (Ant colony optimization), метод роя частиц (Particle swarm optimization), пчелиный алгоритм (Bees algorithm), оптимизация передвижением бактерий (Bacterial foraging optimization), стохастический диффузионный поиск (Stochastic diffusion search), алгоритм гравитационного поиска (Gravitational search algorithm), алгоритм капель воды (Intelligent Water Drops algorithm), светлячковый алгоритм (Firefly algorithm). Значительная часть роевых алгоритмов посвящена реализации моделей стайного поведения, и прежде всего – стайному движению.

Исследования умения роботов работать друг с другом, синхронизироваться и совместно выполнять задания оператора находятся еще на своей начальной стадии. Изучить

групповое поведение больших роботов пока не представляется возможным, ведь для этого понадобятся немалые средства. Но вот пару роботов модели DARwIn-OP – обучить сотрудничеству все-таки удалось. Майкл Рубенштейн, Кристиан Ахлер и Радхика Нагпал разработали и наладили производство крошечных «роящихся» роботов, которых они называют килоботами (kilobots) [2]. На создание одного экземпляра стоимостью всего \$14 у специалистов уходит около пяти минут.

Один Kilobot – достаточно простая система, состоящая из микросхемы и инфракрасных контролёров, с помощью которых робот «общается» с соседями. Светодиоды светят и отражаются от поверхности, которая находится под роботом. Другой Kilobot, который находится на расстоянии в пределах 10 см от сигнала, «ловит сообщение», используя инфракрасный фотодиодный ресивер. Роботы двигаются с помощью небольших вибрирующих ног-ходулей. Каждый килобот размером около трёх сантиметров питается от литиевого аккумулятора на 3,4 вольта, что обеспечивает три часа бесперебойной работы устройства. Передвигается килобот вправо, влево и вперёд, вибрируя на трёх жёстких ножках, оснащённых двумя двигателями. В нижней части каждого устройства установлен широкоугольный инфракрасный приёмопередатчик, который посылает световой луч вниз на гладкую поверхность, по которой робот движется. При этом луч отражается, и его принимают ближайшие соседи, находящиеся в радиусе 10 сантиметров. Этот принцип работы и бортовые микроконтроллеры позволяют килоботам действовать сообща. За передачу условных состояний робота отвечают три цветных светодиода на верхней части корпуса – красный, зелёный и синий. Они обладают к тому же тремя уровнями яркости. Мозг робота – восьмибитный восьмимегагерцевый процессор. Ещё на борту имеется 35 килобайт памяти для пользовательских программ. Управление всем коллективом осуществляется с помощью контрольной станции, расположенной над экспериментальной поверхностью. Преимущество «килоботов» перед предшественниками – массовость. Из-за высокой стоимости обычных роботов до сих пор эксперименты с распределёнными системами проводились либо виртуально, в компьютере, либо максимум

на нескольких десятках «живых» машин, которых к тому же приходилось проектировать и собирать с нуля.

В 2011 году было представлено 29 роботов-Kilobot, которые смогли продемонстрировать признаки коллективного поведения. В одном эксперименте роботы действовали наподобие муравьёв, находящихся в поисках пищи, а в другом «играли в подражание», то есть они должны были повторять действия ведущего робота.

В 2013 году было задействовано уже около 100 роботов Kilobot. Kilobots запрограммированы на поиск источника света, у каждого робота имеется видимый датчик света.

В заключении отметим, что килоботы в настоящее время еще не совершенны, но полагают, что опыты с этими роботами послужат основой для создания прикладных систем. Например, таких как, рои роботов смогли бы согласованно искать пострадавших в развалинах зданий, или опылять сельскохозяйственные культуры, или проводить мониторинг окружающей среды.

#### *Литература*

1. Карпов В.Э. Коллективное поведение роботов. Сборник научных трудов Всероссийской научной школы. – М.: РосНОУ, 2011. С. 35–51.
2. Kilobot – роботы для совместной работы // Технологии будущего: 2011. [Электронный ресурс]. URL: <http://t-human.com/journal/kilobot-armiya-robotov/> (дата обращения: 15.04.2014).

## **ТЕХНОЛОГИИ СОВРЕМЕННЫХ ВРЕДНОСНЫХ ПРОГРАММ: ОСОБЕННОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ И ЗАЩИТЫ**

*Н. Ю. Саяпина*

*Омский государственный педагогический университет*

Научный руководитель: В. В. Басгаль, ст. преп. каф. ПИИМ

В современном обществе на первый план выходит проблема обеспечения информационной безопасности. Требуется постоянная защита от преднамеренных воздействий злоумышленников, которые могут нанести огромный ущерб, как крупным

компаниям, так и обычному пользователю. Главной угрозой ИТ-безопасности в России остается вредоносное программное обеспечение (ПО). По данным «Лаборатории Касперского», ежедневно появляется около 200 тыс. новых образцов.

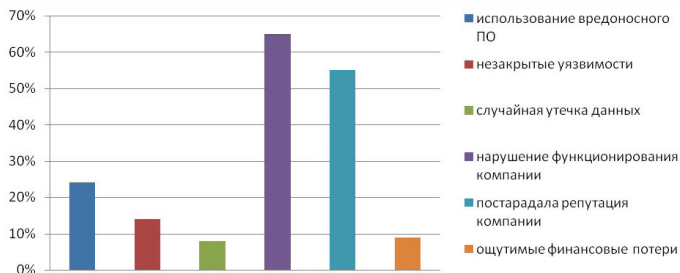


Рис. 1. Причины утечки ценных данных и их последствия

Как видно из диаграммы (Рис. 1) в рейтинге угроз, послуживших причиной утечки ценных данных в российских компаниях, лидируют атаки с использованием вредоносного ПО [1, с. 3].

История вредоносных программ начинается в 70-х годах (термин «компьютерный вирус» впервые был введен 1983 г. американским ученым Фредом Козном). Со времени появления первого вируса было разработано огромное количество вредоносных программ. Так, например, LoveLetter – скрипт-вирус, 5 мая 2000 г. всего в течение нескольких часов заразил миллионы компьютеров и попал в Книгу рекордов Гиннеса.

Целью злоумышленников зачастую является раскрытие конфиденциальной информации пользователей. Одна из наиболее широко используемых тактик включает ссылку в сообщении, при нажатии на которую, происходит переход на фальсифицированные веб-страницы. Таким образом, пользователи, думая, что они находятся на надежных узлах, вводят конфиденциальную информацию, которая попадает в руки мошенника.

Анализ различных источников позволяет выделить пятерку лидеров вредоносных программ на компьютерах пользователей.

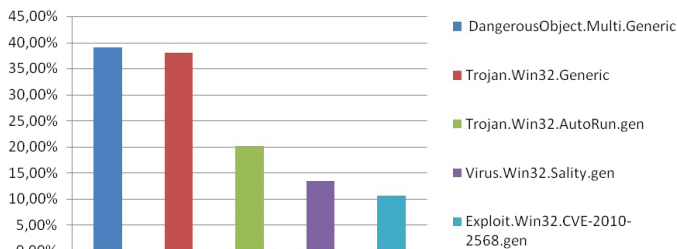


Рис. 2. Топ вредоносных программ на ПК

На первом месте находится DangerousObject.Multi.Generic (Рис. 2). Он является вредоносной программой, которая вторгается в компьютер через зараженные вложения, ссылки и т. д., будет вносить изменения в систему и веб-параметры. В основном, предназначена для кражи личной и финансовой информации. Второе место занимает Trojan.Win32.Generic (38,0%) – программа, созданная для осуществления несанкционированных пользователем действий, направленных на уничтожение, блокирование, модификацию или копирование информации, нарушение работы компьютеров или компьютерных сетей.

Наиболее актуальной вредоносной программой, ориентированной именно на российских пользователей, является Win32/Qhost. Сам код Qhost является довольно простым и выполняет модификацию системного hosts-файла для перенаправления пользователя на фишинговые, рекламные и вредоносные ресурсы. Подобные перенаправления (фарминг) в последующем монетизируются и приносят злоумышленникам фактическую прибыль.

Для идентификации вредоносных элементов веб-страниц используется HTML/IFrame, позволяющий перенаправлять пользователя с легитимной веб-страницы на вредоносный контент или набор эксплойтов. Часто с их помощью происходят атаки на популярные мессенжеры мгновенных сообщений типа Skype и Gtalk, а также социальные сети (например, Facebook, Vkontakte), с использованием преимущества убедительных фишинговых сообщений, якобы доверенных доменов, содержащих опisku на несколько букв (тайпсквоттинг) и сервисы сокращения ссылок.



Важным методом защиты от компьютерных злоумышленников является строгое следование основным правилам поведения в сети – обязательное использование антивирусной защиты, недоверие ко всей поступающей на компьютер информации и оказание должного внимания информации от антивирусных компаний [2].

В общем случае за обнаружение присутствия вирусов на компьютере должны отвечать антивирусы – специальные программы, способные быстро и эффективно не только обнаруживать, но и обезвреживать вредоносные программы.

Инженеры группы компаний «Алгоритм» [3] провели тест, целью которого была проверка корпоративных версий самых продаваемых в России антивирусов на способность успешно обнаруживать вредоносные программы как уже заразившие компьютер, так и еще неактивные. В результате тестирования с небольшим отрывом лидируют программы Trend Micro Worry-Free Business Security, Kaspersky Endpoint Security, Dr.Web Enterprise Security Suite. У этих программ есть различия в скорости работы, но они не значительны.

Коммерческие антивирусные программы ведут эффективную борьбу со зловредами. Так, например, в 2013 году продукты «Лаборатории Касперского» заблокировали 5 188 740 554 вредоносных атак на компьютерах и мобильных устройствах пользователей; отразили 1 700 870 654 атак, проводившихся с Интернет-ресурсов, размещенных в разных странах мира; обнаружили почти 3 миллиарда вирусных атак на компьютерах пользователей. Всего в данных инцидентах было зафиксировано 1,8 млн. вредоносных и потенциально нежелательных программ [4, с. 34].

Наряду с коммерческими программами весьма востребованы бесплатные антивирусы. Хорошо себя зарекомендовала программа Avast Software – один из немногих вендоров по разработке антивирусного ПО, который имеет 25-летнюю историю. Продукт систематически получает высокие оценки в тестах антивирусных лабораторий; имеет пересмотренный и упрощенный пользовательский интерфейс, несколько вариантов очистки вредоносного ПО; обладает функцией отмены рекламного слежения Do Not Track; проверяет устаревшие приложения; производит установку антивируса и сканирование

системы в безопасном режиме. С 200-миллионной аудиторией пользователей этот продукт является серьезным игроком на рынке бесплатного антивирусного ПО.

Однако зачастую антивирусные программы находят не всех зловредов или же не могут удалить найденные. Причинами такой ситуации, как отмечают специалисты [5, 6], являются используемые разработчиками вредоносных программ технологии, такие как полиморфизм, обфускация и шифрование. В частности, полиморфизм позволяет вредоносной программе создавать свои копии, отличающиеся от предыдущих. Обфускация и шифрование затрудняют не саму идентификацию зловреда, а ее анализ, что позволяет вредоносной программе оставаться актуальной продолжительное время.

Учитывая тот факт, что антивирусная защита непрерывно развивается от анализа файлов (сигнатур) к анализу поведения программ, но и это не спасает современных пользователей.

Так, например, многие вредоносные программы обладают технологией руткит, направленной на сокрытие в системе и препятствуют их обнаружению средствами защиты. В качестве такой защиты может выступать: целенаправленный поиск в системе антивируса, брандмауэра или другой защитной утилиты и нарушение ее работы; блокирование файлов и открытие их с эксклюзивным доступом в качестве меры противодействия файловым антивирусам; модификация файла hosts с целью блокирования доступа к сайтам антивирусных обновлений; обнаружение окон запросов от системы безопасности (например, окна брандмауэра «Разрешить ли данное соединение?») и имитация нажатия кнопки «Разрешить» [6].

Таким образом, пользователю необходимо воспользоваться антивирусными утилитами (AVP, AVZ, CureIt и др.), которые проводят поиск вредоносных программ по косвенным признакам – на основании анализа реестра, файлов на диске, в памяти и т. д. Регулярно обновляющиеся (несколько раз в день) микропрограммы способны сканировать папки компьютера в поисках зараженных файлов и удалять их или же пересылать в карантин.

Однако утилиты также не являются панацеей и не гарантируют излечение от зловредов. Попытаться найти следы вредоносных программ можно в реестре ОС и очистить ПК вручную.

Потенциальными местами записи «троянских программ» в системном реестре операционной системы Windows является содержимое параметра HKEY\_LOCAL\_MACHINE\SOFTWARE\Microsoft\WindowsNT\CurrentVersion\Winlogon. По умолчанию этот параметр имеет значение C:\Windows\system32\userinit.exe. Если в значении содержатся дополнительные записи, то это могут быть «троянские программы», удалите подозрительный файл вручную. После этого перезагрузите систему. Удаленное значение в ключе не должно появиться снова. Любимым местом вредоносных программ являются разделы реестра, отвечающие за автозапуск. В реестре автозагрузка представлена в нескольких местах, но чаще всего вирусы прячутся в разделе, отвечающем за запуск программ для всех пользователей системы, т.е. программ, которые запускаются при входе в систему – HKEY\_LOCAL\_MACHINE\SOFTWARE\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Run.

Кроме перечисленных методов существует принципиально иной подход к борьбе с трудноудаляемыми вредоносными программами, основанный на временном ограничении возможностей запущенных приложений по принципу Sandbox [5]. Методика предполагает, что на время лечения и анализа системы все запущенные процессы делятся на две категории: доверенные и недоверенные. Доверенными считают процессы антивируса и иных средств, применяемых для анализа и лечения компьютера. Все остальные процессы считаются недоверенными, для них действует ряд ограничений: блокируется запись в реестр, запрещаются создание на диске исполняемых файлов, запись в память других процессов, установка драйверов, запуск новых процессов, остановка существующих и т. п. Естественно, данный режим приемлем на время лечения системы и должен включаться только в случае необходимости.

Подводя итог, сформулируем основные рекомендации по обнаружению вредоносных программ и ликвидации последствий их работы:

- 1) использование различных антивирусных средств для проверки и защиты ПК;
- 2) систематическая проверка системы антивирусными утилитами;

3) просмотр реестра на предмет наличия посторонних параметров в его разделах (автозагрузка, таблицы маршрутизации);

4) анализ hosts-файла с целью обнаружения добавленных вредоносными программами строк или дубликата этого файла;

5) применение технологии sandbox во время проверки системы;

6) использование специализированных программ для проверки на наличие руткитов, программ-шпионов и др.

Очевидно, что с развитием вредоносных программ происходит совершенствование антивирусных средств, что в свою очередь приводит к созданию новых, более сложных вирусов, червей и троянов. И поскольку абсолютно надежного способа защиты не существует, для обеспечения приемлемого уровня защиты необходимо комбинировать указанные выше методы и соблюдать правила безопасного пользования компьютером и сетью Интернет.

#### *Литература*

1. Информационная безопасность бизнеса. Исследование текущих тенденций в области информационной безопасности бизнеса. ЗАО «Лаборатория Касперского». 2013 год. URL: <http://www.kaspersky.ru/business> (дата обращения: 22.04.2014)
2. Методы и технологии защиты от вредоносных программ // Материалы официального сайта «Лаборатории Касперского» : [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.securelist.com/ru/threats/detect?chapter=173> (дата обращения: 02.04.2014)
3. Комплексный тест антивирусов на лечение активного заражения и проактивное обнаружение (февраль 2014) // отчет «ООО Алгоритм softself.ru». URL: <http://softself.ru/тест-антивирусов-февраль-2014/> (дата обращения: 02.04.2014)
4. Kaspersky security. Bulletin 2013 Kaspersky lab global research and analysis team (Great). URL: <http://www.kaspersky.ru/business> (дата обращения: 04.02.2014)
5. Зайцев О. Технологии современных вредоносных программ // Компьютер Пресс, 2006. – №3: URL: <http://compress.ru/article.aspx?id=16114> (дата обращения: 02.04.2014)
6. Шевченко А. Эволюция технологий самозащиты вредоносных программ. URL: [http://www.itsec.ru/articles2/Inf\\_security/evolution-of-techs](http://www.itsec.ru/articles2/Inf_security/evolution-of-techs) (дата обращения: 02.04.2014)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УЧАЩИХСЯ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ**

*М. В. Соин*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: Т. А. Прищепа, к.п.н.,  
доцент кафедры информатики.

Современная система образования в России подвергается существенным изменениям. Меняются не только образовательные стандарты, но и появляются новые цели образовательного процесса. Образование призвано давать человеку не только ЗУН, но и развивать в нем личностный и творческий потенциал. Развивать творческий и личностный потенциал позволяет дополнительное образование. Целью дополнительного образования являются выявление и развитие способностей каждого ребенка. А.В. Хуторской говорит: «Принципы свободы выбора, учёт индивидуальности ученика и другие принципы дополнительного образования я считаю гуманными, личностно-ориентированными и прогрессивными» [1].

Лебедев О.Е. в своей книге [2] делает вывод о том, что дополнительное образование позволяет полнее использовать потенциал школьного образования за счет углубления, расширения и применения школьных знаний. Оно компенсирует неизбежную ограниченность школьного образования путем реализации досуговых и индивидуальных образовательных программ, дает возможность каждому ребенку удовлетворить свои индивидуальные познавательные, эстетические, творческие запросы. Дополнительное образование не только расширяет знания о творческих возможностях человека и творческом потенциале обучаемых; оно обеспечивает возможность успеха в избранной сфере деятельности и тем самым способствует развитию таких качеств личности, которые важны для успеха в любой сфере деятельности.

Целью настоящей работы являлось рассмотрение свойств информационной образовательной среды и выделение возможностей для нужд дополнительного образования детей,

с учетом обеспечения развития способностей и возможностей ученика.

Реализация дополнительного образования всегда отводилась кружкам и секциям, специально созданным для этих целей. В последнее время благодаря активному развитию информационных технологий появился еще один способ обучения – дистанционное обучение, которое позволяет реализовывать дополнительное образование.

Дистанционное обучение – это процесс приобретения знаний, основанный на применении современных информационных и телекоммуникационных технологий. Оно представляет собой обучение на расстоянии, без личного контакта между преподавателем и учащимся.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод о том, что одним из популярных сегодня средств организации дистанционного образования является информационная образовательная среда.

Информационная образовательная среда (ИОС) – это основанная на использовании компьютерной техники программно-телекоммуникационную среду, реализующая единичными технологическими средствами и взаимосвязанным содержательным наполнением качественное информационное обеспечение школьников, педагогов, родителей, администрации учебного заведения и общественность [3].

Особенности информационной образовательной среды обеспечивают реализацию дополнительного образования и реализацию творческого и личностного потенциала обучающихся. Учитывая все достоинства дистанционного образования, можно утверждать, что использование информационной образовательной среды для реализации дополнительного образования является эффективным подходом. Самым значимым является то, что ИОС обеспечивает реализацию дополнительного образования с учетом индивидуальности школьника, с ориентацией на развитие способностей и возможностей, на самостоятельный выбор образовательных мероприятий и образовательного маршрута, тем самым создавая предпосылки для удовлетворения творческих запросов школьников.

### *Литература*

1. Хуторской А.В. Существует ли дополнительное образование? URL: <http://khutorskoy.ru/be/2006/0313/index.htm> (Дата обращения: 12.04.2014)
2. Дополнительное образование детей: Учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. О.Е. Лебедева. М.: ВЛАДОС, 2000. 256 с.
3. Информационно-образовательная среда (ИОС). URL: <http://www.shkola-berezniki.ru/index.php/ios.html> (Дата обращения: 01.03.2014)

## **ЭВОЛЮЦИЯ ПОНЯТИЯ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

*М. А. Соколов*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: Т. А. Прищепа, к.п.н.,  
доцент кафедры информатики

Информация является одним из ценнейших ресурсов общества наряду с такими традиционными материальными видами ресурсов, как нефть, газ, полезные ископаемые и др., поэтому процесс её переработки по аналогии с процессами переработки материальных ресурсов воспринимается как технология.

В работе рассматривается эволюция смыслового наполнения понятия информационные технологии и делается попытка анализа изменений, которые сопутствуют ему в настоящее время.

Определение «информационных технологий», принятое организацией ЮНЕСКО [1]: Информационные технологии (ИТ) – это комплекс взаимосвязанных, научных, технологических, инженерных дисциплин, изучающих методы эффективной организации труда людей, занятых обработкой и хранением информации; вычислительную технику и методы организации и взаимодействия с людьми и производственным оборудованием, их практические приложения, а также связанные со всем этим социальные, экономические и культурные проблемы.

Сами ИТ требуют сложной подготовки, больших первоначальных затрат и наукоемкой техники. Их введение должно начинаться с создания математического обеспечения, формирования информационных потоков в системах подготовки

специалистов. Отрасль информационных технологий занимается созданием, развитием и эксплуатацией информационных систем.

Имеется в настоящее время определение понятия «информационной технологии», в котором компьютеры не упоминаются вовсе, например: Информационная технология – совокупность конкретных средств, с помощью которых человек выполняет разнообразные операции по обработке информации во всех сферах своей жизни и деятельности.

Понятие «информационные технологии» зародилось в 60-е годы XX в. и динамически развивается в настоящее время, появляются множества новых определений [2], что говорит о бурном развитии самих ИТ, а так же их смыслового наполнения.

#### *Литература*

1. Информационные и коммуникационные технологии в образовании : монография / Под. ред.: Бадарча Дендева. М. : ИИТО ЮНЕСКО, 2013. 320 с.
2. Майстеренко, А.В., Майстеренко, Н.В. Информационные технологии в науке, образовании и инженерной практике . // (Электронный ресурс) Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/199/80199/files/maistrenko.pdf> – свободный (Дата обращений: 22.03.2014).

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИКТ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ЕГЭ НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА ЕГЭЭ70**

*А. А. Сюсина, С. А. Соколенко*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Научный руководитель: Т. Т. Газизов, к.техн.н., доц.*

Процессы информатизации современного общества и тесно связанные с ними процессы информатизации всех форм образовательной деятельности сопровождаются массовым распространением и развитием современных информационных и коммуникационных технологий (ИКТ). Подобные технологии активно применяются для передачи информации и обеспечения взаимодействия преподавателя и обучаемого в современных системах открытого и дистанционного образования. Современный преподаватель должен не только обладать знаниями в области ИКТ, но и быть специалистом по их применению в своей профессиональной деятельности. Слово «технология» имеет греческие корни и в переводе означает науку, совокупность методов и приемов обработки или переработки сырья, материалов, полуфабрикатов, изделий и преобразования их



в предметы потребления. Современное понимание этого слова подразумевает применение научных и инженерных знаний для решения практических задач. В таком случае информационными и телекоммуникационными технологиями можно считать такие технологии, которые направлены на обработку и преобразование информации. ИКТ – это обобщающее понятие, описывающее различные устройства, механизмы, способы, алгоритмы обработки информации. В данной работе предлагается исследовать возможности ИКТ для обеспечения учебно-методических мероприятий в дистанционной форме, например при подготовке к ЕГЭ по математике [1].

Цель работы – рассмотреть возможность подготовки к ЕГЭ за счет использования ИКТ и реализовать дистанционное обучение в виде группового проекта ЕГЭ70. Дистанционное образование – это образование, которое осуществляется с помощью компьютерных и телекоммуникационных технологий [2]. Удобства дистанционной формы обучения в том, что оно происходит в психологически комфортной, привычной для учащегося домашней обстановке за компьютером. Для реализации предложенного типа обучения, был разработан и запущен проект EGE70. Данный проект представляет собой интернет портал [ege70.ru](http://ege70.ru), посетители которого, имеют возможность посещать интерактивные онлайн-занятия, проходящие в соответствии с расписанием. Занятия проводят студенты физико-математического факультета ТГПУ, все занятия проходят в дистанционной форме без ограничения на количество участников. Работа студентов контролируется координатором проекта. Учебно-методическое пособие, информационно-коммуникационная и технологическая части осуществляются студентами. Главное окно сайта ЕГЭ70 представлено на (рис. 1).

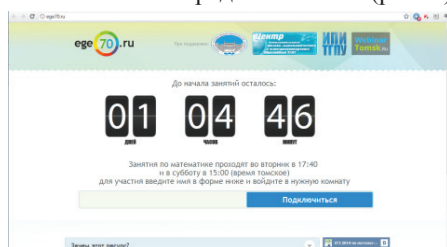


Рис. 1. Окно сайта ЕГЭ70

Для увеличения количества посещений онлайн-занятий, распространения информации среди целевой аудитории (школьники 10–11 класс) была создана группа в социальной сети «ВКонтакте» [3]. В данной группе представлены: информация о преподавателях, актуальное расписание онлайн-занятий, обсуждение вопросов, связанных с работой сайта ege70.ru и новости группы. Данный проект начал свою работу с января 2014 года. За это время количество участников группы увеличилось до 2150 человек. При этом максимальное количество слушателей в онлайн-режиме достигало 71 человека (рис. 2):

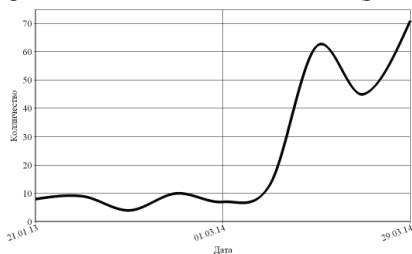


Рис. 2. Диаграмма о посещаемости онлайн-уроков

Школьники с большим интересом посещали онлайн-занятия, принимали участие в них: задавали вопросы, предлагали свои варианты решений конкретных задач, активно принимали участие в опросах, направленных на подготовку к будущему занятию, высказывая свои просьбы и предложения.

В результате реализации проекта EGE70 создана особая обучающая среда, позволяющая обмениваться знаниями между школьниками и студентами, при этом проведен анализ возможностей использования ИКТ для организации дистанционного обучения. В ходе работы были освоены и использованы интерактивная доска SMART BOARD и планшет WACOM ONE TOUCH HD 22, для подготовки к ЕГЭ по математике в режиме дистанционного онлайн-обучения, а так же создан комплект методических материалов по конкретным типам задач ЕГЭ по математике. Участие в проекте EGE70 позволило организовать прохождение практики для студентов в форме проведения учебно-методических мероприятий в дистанционной форме, при этом реализация данного проекта носила групповой характер, что позволило привлечь студентов сразу

с трех направлений подготовки: педагогическое образование (учитель математики и информатики), информационные системы и технологии, связь с общественностью.

#### *Литература*

1. Использование информационных и коммуникационных технологий в общем среднем образовании. Тема 7. Информационная среда системы общего среднего образования. [Электронный ресурс]. URL: <http://physics.herzen.spb.ru/teaching/materials/gosexam/b25.htm> (дата обращения: 12.04.2014)
2. Дистанционное обучение. Википедия. [Электронный ресурс]. URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Дистанционное\\_обучение](http://ru.wikipedia.org/wiki/Дистанционное_обучение) (дата обращения: 02.03.2014)
3. ЕГЭ 2014 по математике от ТГПУ. [Электронный ресурс]: URL: <http://vk.com/egе70> (дата обращения: 14.03.2014)

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАУЧНОЙ БИБЛИОТЕКИ ВУЗА**

*Я. А. Туровская*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: А. Н. Стась, к.тех.н., доц.

Новые технологии, массовое использование сети Интернет, активность пользователей, растущая день ото дня, всё это недвусмысленно говорит о том, что информационная сфера вышла на качественно новый уровень. Число пользователей всемирной сети неуклонно растёт. В системе образования сейчас происходят перемены, и не в последнюю очередь это касается информационно-библиотечного обслуживания студентов.

Сегодня бурное развитие вычислительной техники, современных сетевых технологий и телекоммуникаций, появление качественно новых носителей информации приводит к трансформации традиционных библиотек в информационные центры. В соответствии с современными требованиями общества, основывающимися на достижении информационного обеспечения науки и развитии новых видов услуг, одним из приоритетных направлений деятельности библиотек становится изменение традиционных подходов к основным библиотечным процессам.

Основная задача научно-технической библиотеки Кызылординского государственного университета имени Коркыт

Ата является информационное обеспечение научных исследований и учебно-образовательного процесса. Традиционными услугами в обеспечении информатизации научной деятельности посредством нашей библиотеки являются предоставление библиографических списков различной тематики, отчетов о НИР, авторефератов диссертаций и самих диссертаций.

Целью нашей работы является разработка информационного обеспечения деятельности научной библиотеки, включающего веб-сайт.

Сегодня уже не ставится под сомнение тот факт, что наиболее эффективное информационно-библиографическое обслуживание для нужд науки и образования достигается путем создания электронных библиотек [1], в основу которых положены коллекции электронных документов, как созданных в электронном виде, так и оцифрованных бумажных материалов. Электронная библиотека представляет собой гибкую систему, обеспечивающую хранение и порядок организации разнообразных массивов информации с целью оперативного поиска, анализа и доступа к ней с использованием современных компьютерных и телекоммуникационных сетей. В научно-технической библиотеке Кызылординского государственного университета имени Коркыт Ата создан электронный каталог собственного фонда с помощью казахской автоматизированной библиотечно-информационной системой КАБИС.

Система КАБИС предназначена для комплексной автоматизации библиотечных процессов и создания электронных каталогов, а также полнотекстовых баз данных.

В качестве основных отличительных характеристик системы можно отметить следующие: универсальность; возможность быстрого освоения; удобство интерфейса; поддержка казахского языка, вплоть до сортировки каталога по казахскому алфавиту и проверки орфографии на казахском языке; наличие программного интерфейса (API); надежность кода; простота настройки и администрирования, относительно низкая стоимость.

Таким образом, большая часть задач, возложенных на информационную систему библиотеки, решена путем внедрения КАБИС. Однако эта система не содержит возможностей для отображения некоторых данных на веб-сайте би-

блиотеки. Поэтому, предстоит разработать модуль, который позволяет получать доступ к базе данных системы КАБИС с целью ее отображения на создаваемом сайте.

Кроме того, создание сайта библиотеки позволяет оперативно реагировать на новые запросы прогрессивных читателей, структурировать свою деятельность, совершать постоянный обмен опытом и имеющимися ресурсами, быть интерактивным помощником в ведении учебного и воспитательного процесса. В целом, внедрение нового информационного обеспечения приводит к повышению эффективности работы библиотеки и к появлению новых сервисов, доступных для читателей.

#### *Литература*

1. Маршак Б. И. Системы автоматизации библиотек – основная компонента полнофункциональной АБИС // Библиотеки и ассоциации в меняющемся мире: новые технологии и новые формы сотрудничества: Труды конференции. – М., 2003. – Т.1. – С. 105–109.

## **МЕТОД ПРОЕКТОВ КАК ОДНА ИЗ ФОРМ РАЗВИТИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ ИНФОРМАТИКИ**

*Г. Г. Унжакова*

*ОГКОУ КШИ «Колпашевский кадетский корпус»*

*Томский государственный педагогический университет*

Научный руководитель: А. Н. Стась, к.т.н., зав каф. информатики

Главной целью преподавания информатики в условиях информатизации образования является задача создать ученику условия для формирования умений и навыков практического использования информационных технологий, творческого осмысления способов компьютерной обработки информации, умения логически мыслить, развитие познавательной активности учащихся. Педагогическое осмысление проблемы развития познавательной активности на уроках информатики и ИКТ позволило выявить ряд противоречий, разрешение которых будет способствовать повышению эффективности развития познавательной активности учащихся. К ним можно отнести следующие противоречия: между высоким уровнем требований, предъявляемых в информатике и ИКТ к мыслительным

операциям учащихся и разным уровнем подготовки учащихся к познавательной деятельности.

Цель работы заключается в разработке методики активизации познавательной деятельности обучающихся с использованием метода проектов.

Прежде всего, определим само понятие – познавательный интерес. Познавательный интерес – глубоко личностное образование, не сводимое к отдельным свойствам и проявлениям. Его психологическую природу составляет нерасторжимый комплекс жизненно важных для личности процессов [1].

В обучении нельзя полагаться только на сознательность и добрую волю ученика, нужно повседневно и настойчиво следить за его работой, вовремя помогать, предотвратить отставание. Интерес учащегося к предмету зависит, иногда, даже не только от содержания, сколько от убеждённости в том, что он делает важное, нужное дело. Много помогает выработать такую убеждённость – от понимания значения науки до решения ситуативных проблемных вопросов. Помогает формированию интересов разнообразие учебной деятельности, связь её с жизнью, возможность применить знания на практике. Одним из методов эмоционального стимулирования учения можно назвать метод проектов.

Метод проектов это форма организации учебного процесса, ориентированная на творческую самореализацию личности учащегося, развитие его интеллектуальных и физических возможностей, волевых качеств и творческих способностей в процессе создания новых продуктов, обладающих объективной или субъективной новизной, имеющих практическую значимость.

Основоположником педагогического метода проектов считается Дьюи (1859–1952) американский философ, психолог и педагог. Правда, он не употребляет слово «проект» применительно к педагогическому методу. С начала XX века метод проектов становится необыкновенно популярным в американской школе. На рубеже 20-х годов XX века, метод проектов входит в практику отечественной школы [2].

В современном обществе успешным человеком считается тот, кто способен организовать свою жизнь как проект: определить дальнюю и ближайшую перспективу, найти и привлечь

необходимые ресурсы, наметить план действий и, осуществив его, оценить, удалось ли достичь поставленных целей.

В основе метода проектов лежит развитие познавательных навыков учащихся, умений самостоятельно конструировать свои знания и ориентироваться в информационном пространстве. Это, с одной стороны, совокупность приемов, операций овладения определенной областью практического или теоретического знания, той или иной деятельности. С другой стороны это – способ организации процесса познания. Основной задачей стоящей перед учителем информатики является формирование у учащихся определенных, согласованных с программой, знаний и умений по каждой теме школьного курса информатики. Благодаря использованию метода проектов решить данную задачу возможно на более высоком творческом уровне. Одна из главных целей метода проектов – развитие познавательных навыков учащихся, умений самостоятельно конструировать свои знания и ориентироваться в информационном пространстве, а также развитие критического мышления.

Цель метода проектов заключается в развитии самообразовательной активности учащихся. В основу метода проектов положена идея, составляющая суть понятия «проект», и его прагматическая направленность на результат, который получается при решении той или иной практически или теоретически значимой проблемы. Этот результат можно увидеть, осмыслить, применить в реальной практической деятельности. Чтобы добиться такого результата, необходимо научить детей самостоятельно мыслить, находить и решать проблемы, привлекая для этой цели знания из разных областей, способность прогнозировать результаты и возможные последствия разных вариантов решения, умения устанавливать причинно-следственные связи [3].

На предмете информатика проектный метод позволяет реализовать проблемное обучение активизирующее и углубляющее познание, позволяет обучать самостоятельному мышлению и деятельности, системному подходу в самоорганизации, дает возможность обучать групповому взаимодействию.

Работа над проектами проходит в несколько этапов [4]:

- 1) Подготовка к работе над проектом.
- 2) Выбор темы.

- 3) Постановка цели и задачи проекта.
- 4) Поиск информации различными способами.
- 5) Поиск иллюстраций.
- 6) Разработка структуры презентации.
- 7) Разработка дизайна кадров.
- 8) Подготовка к защите проекта
- 9) Презентация проектов. (Защита)
- 10) Анализ проектной работы.

Каждый этап работы должен внимательно и строго контролироваться. При недостаточном контроле в процессе работы над проектом возможна произвольная, случайная замена поставленных задач на какие-либо другие и, как следствие, выход на незапланированный результат. Это досадная, но не грубая ошибка, так как проект все равно выполняет свою функцию: учащиеся осуществляют самостоятельную поисковую деятельность, включая в работу различные учебные дисциплины. В случае замены задачи учителю необходимо помочь учащимся определить момент, когда это произошло, и провести тщательную оценку причин замены. Это поможет усилить самоконтроль учащихся при работе над следующим проектом и избежать подобной ошибки в будущем.

Работа над проектами позволяет:

- развивать продуктивное мышление, а также навыки его практического применения, что позволяет учащимся переосмысливать имеющиеся знания и генерировать новые;
- набирать профессиональные навыки при использовании современных компьютерных технологий;
- прививает им стремление к приобретению новых знаний;
- даёт возможность свободно использовать соответствующие источники информации;
- даёт возможность продемонстрировать свою работу своим сверстникам и всем желающим;
- развивать чувство ответственности за свои действия;
- развивать свой творческий потенциал;
- реализовать себя как личность;
- развитию мотивации, информационной грамотности, социальных компетентностей.

Таким образом, главным результатом проектной деятельности учащихся, является интерес к изучению информаци-



ки, развитие познавательной активности учащихся; воспитание потребности постоянно пополнять свои знания, развитие умений, позволяющих в море окружающей информации находить ту необходимую, которую можно использовать в дальнейшей жизнедеятельности.

Отметим результаты, которые мы видим в ходе выполнения проектов.

Для учащегося.

1. Формируются и отрабатываются:

– Навыки сбора, систематизации, классификации, анализа информации.

– Навыки публичного выступления (ораторское искусство).

– Умения представить информацию в доступном, эстетичном виде.

– Умение выражать свои мысли, доказывать свои идеи.

– Умение работать в группе, в команде.

– Умение работать самостоятельно, делать выбор, принимать решение.

2. Расширяются и углубляются знания в различных предметных областях.

3. Повышается уровень информационной культуры, включающий в себя работу с различной техникой (принтер, сканер, микрофон и т. д.)

4. Обучающийся довольно основательно изучает ту компьютерную программу, в которой создает проект и даже больше – программы, которые помогают лучше представить свою работу.

5. Ученик имеет возможность воплотить свои творческие замыслы.

6. Отношения с учителем переходят на уровень сотрудничества.

7. Повышается самооценка.

Работа над проектом: развивает инициативу, творческий потенциал, коммуникативные способности, умение работать в команде; прививает общую информационную культуру школьника; реализует индивидуальный подход в обучении учащихся; является платформой для реализации межпредметных связей.

Для учителя.

1. Отношения с обучающимися переходят на уровень сотрудничества.

2. Учитель имеет возможность создать банк ученических работ, которые могут применяться во внеклассной работе, на уроках, на мероприятиях.

3. Повышается уровень учителя как энтузиаста, специалиста, консультанта, руководителя, координатора, эксперта.

4. Учитель перестает быть «предметником», а становится педагогом широкого профиля.

На мой взгляд, информатика именно тот предмет, где в наибольшей степени возможно применение метода проектов. Обучение для детей превращается в увлекательную захватывающую деятельность. Реализация метода проектов и исследовательского метода на практике ведет к изменению позиции учителя: из носителя готовых знаний он превращается в организатора познавательной, исследовательской деятельности своих учеников.

Собственные наблюдения показали, что в целом проектная методика является эффективной инновационной технологией, которая значительно повышает уровень компьютерной грамотности, внутреннюю мотивацию учащихся, уровень самостоятельности школьников, их толерантность, а также общее интеллектуальное развитие.

#### *Литература*

1. Щукина Г.И. Проблема познавательного интереса в педагогике. М., Педагогика, 1971. 351 с.
2. Макаревская О.М. Метод проектов. // URL: [http://www.makarevskayaom.narod.ru/projekt/projekt\\_hist.htm](http://www.makarevskayaom.narod.ru/projekt/projekt_hist.htm) (Дата обращения: 27.02.2014)
3. Введение метода проектов в образовательный процесс. Методическое пособие, Самара, 2003.
4. Сергеев И.С. Как организовать проектную деятельность учащихся, М., 2008.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫПРЯМИТЕЛЯ ПРИ РАЗНЫХ ТИПАХ НАГРУЗКИ**

*И. С. Шемолин, П. А. Шишанин*

*Томский университет систем управления и радиоэлектроники,  
г. Томск, Россия*

Научный руководитель: А. Г. Зубакин, к.техн.н., доц.

При выборе, расчете схем выпрямителя необходимо знать его особенности, режимы. Для уменьшения пульсаций вы-

прямого напряжения используются емкостные и индуктивные фильтры.

В данной работе определяются характеристики выпрямителей при различных типах нагрузки.

Схема двухполупериодного выпрямителя с активной нагрузкой изображена на рисунке 1а. Напряжения вторичных обмоток относительно общей точки находятся в противофазе. При приложенном напряжении на аноде диода  $V1$  он открывается. На нагрузке формируется положительная полуволна. В это время на аноде диода  $V2$  отрицательное напряжение. Он закрыт. При смене полярности закрывается  $V1$  и открывается  $V2$ . Формируется вторая положительная полуволна и т.д. Форма тока и напряжения в активной нагрузке совпадают (рис. 1б).

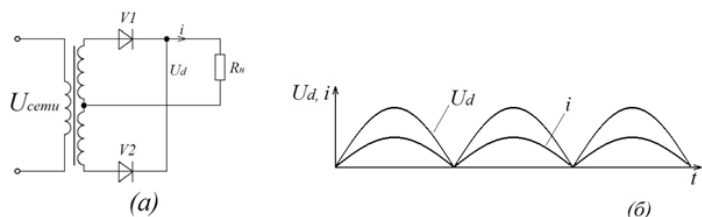


Рис. 1. а – Схема выпрямителя с активной нагрузкой, б –  $U_d$  выходное напряжение и ток выпрямителя

Выпрямленное напряжение –  $U_d$ , получаемое на выходе выпрямителей, является пульсирующим. Для уменьшения пульсаций на выходе выпрямителей устанавливают **сглаживающие фильтры**.

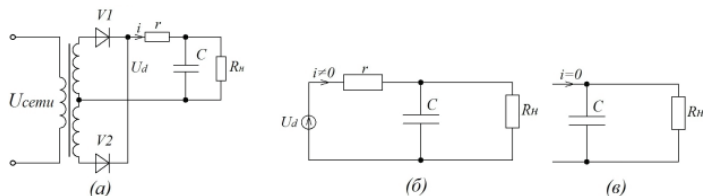


Рис. 2. а – схема выпрямителя с  $rC$  фильтром, б – эквивалентная схема выпрямителя при включении диода (режим заряда конденсатора), в – диод выключен (режим разряда)

Схема выпрямителя с емкостным ( $rC$ ) фильтром приведена на рисунке 2а. Схема нелинейная, по этой причине эквивалентные схемы будут разными при включенном и выключенном состоянии диодов (рис. 2б и рис. 2в).

По законам Кирхгофа для этих схем составлены системы дифференциальных уравнений, описывающих процессы заряда (рис. 2б):

$$\begin{cases} i = C \frac{dU_c}{dt} + \frac{U_c}{R_H} \\ U_d = \left( C \frac{dU_c}{dt} + \frac{U_c}{R_H} \right) * r + U_c \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} i = C \frac{dU_c}{dt} + \frac{U_c}{R_H} \\ dU_c = \left( \frac{U-U_c}{C*r} - \frac{U_c}{C*R_H} \right) * dt \end{cases}$$

и разряда конденсатора (рис. 2в):

$$\begin{cases} i = C \frac{dU_c}{dt} + \frac{U_c}{R_H} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} dU_c = -\frac{U_c * dt}{C * R_H} \end{cases}$$

В уравнениях  $R_H$ ,  $r$  – сопротивление нагрузки и фазы выпрямителя,  $C$  – емкость конденсатора.

Разрешаем уравнения относительно приращения  $dU_c$ . Переходим от бесконечно малого значения  $dt$  к конечно малому значению  $\Delta t$  и, соответственно, конечному приращению  $\Delta U_c$ . По формуле Эйлера принимаем  $U_c = U_c + \Delta U_c$  (последующее значение равно предыдущему плюс приращение).

Для решения поставленной задачи составлен алгоритм и программа в среде FreePascal IDE. В программе организован цикл, в котором вычисляется приращение  $\Delta U_c$  за время  $\Delta t$  и  $U_c = U_c + \Delta U_c$ . Начальное напряжение на конденсаторе в момент включения выпрямителя в сеть зададим равным нулю.

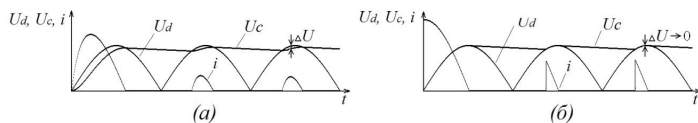


Рис. 3 – графики токов и напряжений в  $rC$  выпрямительном фильтре

В результате выполнения программы получены временные диаграммы напряжений и токов (рис. 3).

Форма тока через диоды в зависимости от параметров  $r, C$  отличается (рис. 3а и рис. 3б). Были определены два режима работы емкостного фильтра – симметричный (1) и асимметричный (2) режимы работы выпрямителя с емкостной нагрузкой [1]. При уменьшении сопротивления фазы  $r$  или емкости  $C$  выпрямитель переходит из режима 1 в режим 2 ( $\Delta U \rightarrow 0$ ).

В момент включения в сеть амплитуда тока в диоде превышает среднее значение в десятки раз, что может привести к аварийному режиму [2].

Схема выпрямителя с индуктивным фильтром изображена на рисунке 4. В отличие от схемы с емкостным фильтром ток в нагрузке не прерывается, ток обеспечивается поочередно включаемыми диодами. Их нелинейность не влияет на процессы формирования тока в нагрузке. Цепь можно рассматривать как линейную.

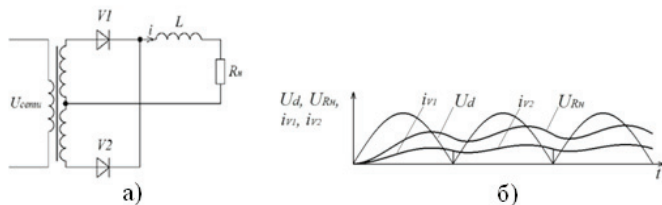


Рис. 4. Схема выпрямителя с индуктивным фильтром

По закону Кирхгофа:

$$U_d = L \frac{di}{dt} + i * R_n \Rightarrow di = \frac{(i * R_n - U_d) * dt}{L};$$

Решение этого уравнения показано на рис. 4б. При уменьшении индуктивности увеличиваются амплитуда тока в диоде и пульсации напряжения на нагрузке. Амплитудное значение тока при увеличении индуктивности приближается к среднему.

В выпрямителе с индуктивным фильтром ток нагрузки имеет непрерывный характер. Уменьшение угла проводимости диодов при емкостной нагрузке приводит к перегрузке диодов по току, аварийному режиму при включении в сеть. Можно рекомендовать использование емкостных фильтров для маломощных выпрямителей. Результаты исследования используются при выполнении курсового проекта.

#### Литература

1. Иванов-Цыганов А.И. Электропреобразовательные устройства РЭС. М.: Высшая школа, 1991. 272 с.
2. Акулич К.М., Лехан С.С., Зубакин А.Г. Аварийный режим выпрямителя с емкостной нагрузкой. XIII Всероссийская конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и образование». Томск: ТГПУ, 2009. 412 с.

# ГЕОГРАФИЯ

---

## ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

*А. А. Бордакова*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Научный руководитель: Е. Ю. Петрова, к.пед.н., доц.*

Жизнь современной цивилизации невозможно представить без электроэнергии. Промышленность, сельское хозяйство, наука, медицина, радио и телевидение, Интернет, многочисленные виды связи, бытовые приборы и устройства, системы отопления и кондиционирования воздуха, освещение городских улиц и автодорог – это лишь незначительная доля применения электроэнергии в современном мире, большую часть которой производят на тепловых электростанциях (72 % всей выработанной электроэнергии) [1].

Объемы выработанной электроэнергии постепенно увеличиваются и с 1890 г. (9 млрд кВт/ч) до 2013 г. увеличились в 120 раз (23,5 трлн кВт/ч), а по прогнозам к 2030 г. выработка составит (31,6 трлн кВт/ч), т.е. увеличение произойдет в 140 раз [2].

Страны-лидеры по производству энергии, получаемой на ТЭС, работающих на мазуте, угле, природном газе: США, Россия, Китай, Нидерланды, Румыния, Мексика; лидерами по производству энергии, получаемой на ТЭС, работающих на угле являются: ЮАР, Китай, Польша, Австралия; основные производители энергии, получаемой на ТЭС, работающих на нефти и газе: Саудовская Аравия, ОАЭ, Кувейт, Бахрейн, Оман, Ирак, Ливия, Алжир, Туркменистан [3].

ТЭС наиболее распространены в мире, к их преимуществам относятся: быстрые темпы строительства; меньшие финансовые затраты на строительство, по сравнению со строительством ГЭС и АЭС; использование разнообразного топливного сырья (уголь, газ, мазут, торф); способность выработать электроэнергию без сезонных колебаний.

Несмотря на то, что тепловые электростанции востребованы во всем мире, они наносят колоссальный вред, производя выбросы и сбросы в окружающую среду. Так, на их долю приходится примерно 25 % всех вредных выбросов от промышленных предприятий [4].

Кроме основных компонентов, образующихся в результате сжигания органического топлива (углекислого газа и воды), выбросы ТЭС содержат пылевые частицы различного состава, оксиды серы, оксиды азота, фтористые соединения, оксиды металлов, газообразные продукты неполного сгорания топлива. Их поступление в воздушную среду наносит большой ущерб как всем основным компонентам биосферы, так и предприятиям, объектам городского хозяйства, транспорту и населению городов. Наличие пылевых частиц, оксидов серы обусловлено содержанием в топливе минеральных примесей, а наличие оксидов азота – частичным окислением азота воздуха в высокотемпературном пламени. До 50 % вредных веществ приходится на диоксид серы, примерно 30 % – на оксид азота, до 25 % – на летучую золу.

Одним из наиболее токсичных газообразных выбросов тепловых энергоустановок является сернистый ангидрид –  $\text{SO}_2$ . Он составляет примерно 99 % выбросов сернистых соединений [5].

Одним из факторов взаимодействия ТЭС с водной средой является потребление воды системами технического водоснабжения, в том числе безвозвратное потребление воды. Основная часть расхода воды в этих системах идёт на охлаждение конденсаторов паровых турбин. Остальные потребители технической воды (системы золо- и шлакоудаления, химводоочистки, охлаждения и промывки оборудования) потребляют около 7 % общего расхода воды. В то же время именно они являются основными источниками загрязнения. Например, при промывке поверхностей нагрева котлоагрегатов серийных блоков ТЭС мощностью 300 МВт образуется до 10000 м<sup>3</sup> разбавленных растворов соляной кислоты, едкого натра, аммиака, солей аммония.

Кроме того, сточные воды ТЭС содержат ванадий, никель, фтор, фенолы и нефтепродукты. На крупных электростанциях расход воды, загрязнённой нефтепродуктами (масла и мазут),

доходит до 10-15 м<sup>3</sup>/ч при среднем содержании нефтепродуктов 1-30 мг/кг (после очистки). При сбросе их в водоёмы они оказывают пагубное влияние на качество воды, водные организмы [6].

Наиболее «чистое» топливо для тепловых электростанций – газ, как природный, так и получаемый при переработке нефти или в процессе метанового брожения органических веществ. Наиболее «грязное» топливо – горючие сланцы, торф, бурый уголь. При их сжигании образуется больше всего пылевых частиц и оксидов серы.

В связи с большим экологическим вредом, наносимым ТЭС, общественность озабочена вопросом снижения сбросов и выбросов, производимых ТЭС и на самих предприятиях принимаются соответствующие меры.

На ТЭС, работающем на угле, где имеется устаревшее оборудование пытаются снизить ущерб от его эксплуатации путем частичного или даже полного перехода на сжигание природного газа, что приводит к снижению выбросов твердых частиц, диоксидов серы и азота, уменьшению золошлаковых отходов. Для решения экологических проблем при работе устаревшего оборудования нецелесообразно вкладывать существенные средства в его модернизацию из-за непродолжительного срока остаточной эксплуатации. С учетом этого на всех газомазутных и пылеугольных котлах, переведенных на сжигание газа, предлагается внедрить комплекс режимных мероприятий, снижающих образование оксидов азота. Эти мероприятия не требуют капитальных затрат и при правильной реализации практически не ухудшают технико-экономических показателей котлов. Другой подход необходим для котлов, которые еще длительное время будут работать на твердом топливе. Для них при выборе варианта реконструкции нужно исходить из ожидаемого срока эксплуатации. Сжигание угля в котлах с кипящим слоем позволит использовать даже низкосортные и высокозольные угли. Необходимо также улучшение качества угольного топлива – его сортировка, обогащение и другие методы [6].

Для соединений серы существуют два подхода к решению проблемы минимизации выбросов в атмосферу при сжигании органических топлив: очистка от соединений серы продуктов сгорания топлива (сероочистка дымовых газов); удаление серы из топлива до его сжигания.



К настоящему времени по обоим направлениям достигнуты определённые результаты. В числе достоинств первого подхода следует назвать его безусловную эффективность – удаляется до 90–95 % серы – возможность применения практически вне зависимости от вида топлива. К недостаткам следует отнести большие капиталовложения. Энергетические потери для ТЭС, связанные с сероочисткой, ориентировочно составляют 3–7 %. Основным преимуществом второго пути является то, что очистка осуществляется независимо от режимов работы ТЭС, в то время как установки по сероочистке дымовых газов резко ухудшают экономические показатели электростанций за счёт того, что большую часть времени вынуждены работать в нерасчётном режиме. Установки же по сероочистке топлив можно всегда использовать в номинальном режиме, складирова очищенное топливо.

Проблема снижения выбросов окислов азота ТЭС серьёзно рассматривается с конца 60-х годов. В настоящее время по этому вопросу уже накоплен определённый опыт: уменьшение коэффициента избытка воздуха (так можно добиться снижения содержания окислов азота на 25–30 %, уменьшив коэффициент избытка воздуха с 1,15–1,20 до 1,03); улавливание окислов с последующей переработкой в товарные продукты; разрушение окислов до нетоксичных составляющих.

Для уменьшения концентрации вредных соединений в приземном слое воздуха котельные ТЭС оборудуют высокими, до 100–200 и более метров, дымовыми трубами. Но это приводит также к увеличению площади их рассеивания [7].

Таким образом, жизнь современного общества невозможно представить без применения электрической энергии. Все, что необходимо для удовлетворения материальных и духовных потребностей человека осуществляется с помощью электрической энергии, основная часть которой производится на ТЭС. Но несмотря на то, что тепловые электростанции востребованы во всем мире они наносят значительный вред окружающей среде, производя сбросы и выбросы вредных веществ.

При проектировании и строительстве ТЭС необходимо планировать их оснащение высокоэффективными средствами очистки сбросов и выбросов загрязняющих веществ, утилизации отходов, планировать использование экологически безопасных видов топлива.

### *Литература*

1. Денисова В.В. Промышленная экология: учебное пособие. М.: ИКЦ «Март», 2007. 720 с.
2. Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. М.: Изд-во МГУ, 1980, 464 с.
3. Вайсаман Я.И., Куликова Ю.В., Рудакова Л.В. Опыт разработки региональных программ управления водными ресурсами // Экология и промышленность России, 2010. № 2 С. 28–30.
4. Орлик В.Г. О получении доп. мощности на действующих паровых турбинах // Энергетик, 2010. № 5 С. 19–20.
5. Голицын А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды: учебник. 2-е изд., испр. М.: Изд-во Оникс, 2010. 336 с.
6. Электрические станции и сети: сборник нормативных документов. М.: ЭНАС, 2010. 720 с.
7. Милов В. Электроэнергетика сегодня // Вопросы экономики, 2006 № 9. С. 57.

## **РЕКРЕАЦИОННЫЕ ЗОНЫ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*О. С. Девяткина*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Научный руководитель: Е. Ю. Петрова, к.пед.н., доц.*

Быстрый рост городов, постоянная занятость на производстве, напряжённые условия труда, умственная и физическая нагрузка – всё это оказывает пагубное влияние на организм человека. И чтобы переутомление не сказалось на здоровье людей, им необходим отдых. Это и вызвало необходимость изучения понятия «рекреация», которое появилось в качестве реакции на стресс и утомляемость.

По мнению учёных-географов Н.С. Мироненко и И.Т. Твердохлебова, рекреация – есть совокупность явлений и отношений, возникающих в процессе использования свободного времени для оздоровительной, познавательной, спортивной и культурно-развлекательной деятельности людей на специализированных территориях, находящихся вне населенного пункта, являющегося местом их постоянного проживания [1].

В США термин «рекреация» появился в конце 90-г гг. XIX в. вследствие введения нормированного рабочего дня, двух выходных и летних отпусков. А в СССР рекреационная география, как междисциплинарное научное направление, во-

шло в обиход только в конце 60-х г. XX в. с целью решения проблем рекреации на особо охраняемых природных территориях (ООПТ). Вместе с ней вошел в научный обиход и термин «рекреация», как организация отдыха в свободное время [2]. Особенно большое внимание проблемам рекреации стали уделять в 1980-е гг., что связано с развитием санаторно-курортного лечения. В это же время профессором В.С. Преображенским было проведено первое рекреационное районирование территории СССР, выделено 19 районов и даны их характеристики. В настоящее время, Т.А. Ирисова и Е.В. Колотова выделяют 23 природно-рекреационных района.

На территории Западной Сибири располагается Обско-Алтайский рекреационный район [3]. В его состав входят южные части Тюменской, Томской областей, Омская, Новосибирская и Кемеровская область и Алтайский край. Это самый рекреационно освоенный и густонаселённый район Сибири. Он характеризуется наиболее благоприятным биоклиматом для рекреации, особенно в среднегорном поясе: воздух отличается повышенной ионизацией, колебания атмосферного давления редки, лето умеренно тёплое и тёплое с малой вероятностью перегрева и духоты. Зимний период умеренно холодный и благоприятен для лыжного отдыха. В районе распространены хлоридно-натриевые минеральные источники, сероводородные, йодо-бромные, радоновые, сульфатные, есть множество торфяных, иловых и сапропелевых грязевых месторождений. Культурный потенциал представлен археологическими объектами и старинными городами.

Значительная часть отдыхающих в течение года посещает Кемеровскую область, где на основе критерия посещаемости можно выделить следующие рекреационные зоны (побывающей): г. Кемерово, Горная Шория, «Томская писаница», санатории с использованием минеральных вод, Кузнецкий Алатау, Беловский район, «Танай», «Золотая гора», Святые источники. Каждая зона имеет свой набор рекреационных ресурсов: рекреационно-лечебные (минеральные источники), рекреационно-оздоровительные (купально-пляжные территории), рекреационно-спортивные (горнолыжные базы), рекреационно-познавательные (исторические и природные памятники) (по Е.А. Кускову) [4].

Наиболее посещаемой рекреационной зоной является г. Кемерово, где сосредоточена рекреационно-оздоровительная, спортивная и познавательная деятельность. Рекреационно-оздоровительный отдых реализуется на пляжах р. Томь и оз. Красное, что в центральной части города [5]. Рекреационно-спортивный досуг развит в Сосновом бору, в нем выделены заповедные территории с краснокнижными животными и растениями; зоны активного отдыха, оборудованные беседками и мангалами. Зимой по бору проложено большое количество лыжных трасс, также есть вело-трасса для маунтинбайка. Ещё одна зона для спортивного отдыха находится в горнолыжном комплексе «Люскус», оборудованным тремя горнолыжными трассами и двумя бугельными подъёмниками. Протяжённость трасс составляет около 800 м. Рядом расположен сноуборд-парк с тремя трамплинами.

Рекреационно-познавательная деятельность отдыхающих реализуется в музее-заповеднике «Красная горка», созданного на территории бывшего угольного рудника [6]. Это музей под открытым небом с комплексом памятников горнопромышленного и историко-культурного наследия, содержащих историю развития угольной промышленности в Кузбассе. В «Красной горке» проходят конференции, шахматные турниры, поэтические и музыкальные вечера, свадебные фотосессии, организуются театрализованные постановки, праздники, Дни семейного отдыха. Большую популярность как места прогулок и отдыха в г. Кемерово имеют аллеи, парки и скверы: «Парк Победы», «Парк Чудес», Аллея Славы и др.

Другой активно посещаемой зоной в Кемеровской области является Горная Шория [7]. Уникальность её рельефа, климатические, водные, растительные ресурсы, ресурсы животного мира, позволяют развивать рекреационно-спортивные, рекреационно-познавательные типы отдыха в Таштагольском районе. За три месяца с начала зимнего сезона 2013–2014 гг. (с 15 ноября 2013 г. по 15 января 2014 г.), в Таштагольском районе число отдыхающих составило почти 500 тыс. чел., что является абсолютным рекордом за время существования туристической индустрии.

Рекреационно-спортивный досуг в данной зоне представлен горнолыжными базами спортивно-развлекательного

комплекса «Шерегеш», который доступен как для профессиональных спортсменов, так и для спортсменов-любителей [8]. Вокруг г. Зелёная создана курортная зона, которая разбита на сектора, где каждый, по мере своих сил и возможностей может «испытать склоны», крутизна которых 15–20°, снег лежит в течение семи месяцев при ясной безветренной и умеренно-морозной погоде. Март и апрель на курорте считаются «бархатным сезоном», температура воздуха днём может подниматься до +15° С, что позволяет осуществлять спуск горнолыжников в купальниках. Самый массовый заезд прошёл в апреле 2013 г. (более 700 чел.) и был занесен в Книгу рекордов Гиннеса [9]. Гора Туманная также славится своими горнолыжными трассами, здесь возводится Губернский центр горнолыжного спорта и сноуборда, который в будущем должен стать федеральным центром олимпийской подготовки спортсменов.

Горная Шория с её уникальными естественными природными комплексами, особенностями быта и традиций коренного населения, входит в состав памятников ЮНЕСКО [10]. Своеобразным символом Таштагола являются легенды о снежном человеке, которые привлекли большое количество отдыхающих в район. В Таштагольском районе можно познакомиться с археологическими памятниками от эпохи неолита до этнографической современности, посетить спелеологические пещеры и музейный комплекс «Трёхречье», где объединены: часовня на Святой горе, некрополь «Кабарзинской принцессы» и музей ГУЛАГа. Все это, вместе с Шорским национальным парком составляет рекреационно-познавательные ресурсы данной рекреационной зоны.

Находясь в Горной Шории, невозможно не полюбоваться первозданной природой и не посетить Шорский национальный парк. Парк вытянут с севера на юг на 110 км, с востока на запад – на 90 км [11]. Территория национального парка располагается в бассейне рек Мрассу и Кондома, со средней высотой над уровнем моря 500–800 м. Речная система имеет типично горный характер. Черневая тайга занимает низкогорные районы, в среднегорьях распространены кедрово-пихтовые и кедровые леса. Флора парка насчитывает несколько сотен видов растений, 62 из которых внесены

в Красные книги России и Кемеровской области (венерины башмачки, саранка и др.). Фауна включает 60 видов млекопитающих и 180 видов птиц. Встречаются и редкие виды: чёрный аист, беркут, северный олень, кабарга и проч.). В кристально чистых реках Шории обитает 12 видов рыб: хариус, налим и др. На территории Шорского национального парка популярны пешие прогулки на водопады («Сага», «Сухой»), востребована рыбалка, спелеотуризм, спуск по горным рекам на байдарках, каноэ, рафтах и катамаранах. Также популярны Памятники природы (Черневая тайга, Дерево Любви в музее под открытым небом «Тазгол») [12].

Третьей рекреационной зоной в Кемеровской области является историко-культурный и природный заповедник «Томская писаница». В нем рекреационно-познавательная деятельность реализуется на основе знакомства с архитектурно-этнографической территорией «Шорский улус Кезек», зоной мифологии эпоса и календарей народов Сибири, археодромом с древними жилищами и погребениями, музеем наскального искусства Азии, природой музея-заповедника, музеем естественной истории. «Томская писаница» является первым в России музеем наскального искусства Азии, ежегодно её посещает примерно 100 тыс. отдыхающих [13]. Первые сведения о рисунках на р. Томь появились в начале XVII в., самые ранние из них относятся к IV–III тыс. до н. э. На памятнике изображено около 280 рисунков: животные, антропоморфные изображения, соляные знаки.

В целом, в Кузбассе получили развитие все основные типы рекреации и у него есть все предпосылки стать одним из популярных мест у отдыхающих, с целью физического, морального и духовного восстановления. Каждый отдыхающий может найти себе занятие по душе. Власти региона всячески поддерживают и развивают базы отдыха, так как для промышленно развитого региона, они являются просто необходимыми.

#### *Литература*

1. Мироненко Н.С., Твердохлебов И.Т. Рекреационная география. М.: Изд-во Московского университета, 1981. 208 с.
2. Преображенский В.С. Теоритические основы рекреационной географии. М.: Изд-во НАУКА, 1975. 245 с.

3. Люскус тур Горнолыжный комплекс [Электронный ресурс] : сайт. – URL: <http://lyuskus-tur42.avewellness.ru/?page=services> (дата обращения: 12.04.2014).
4. Кусков А.С., Голубева В.Л., Одинцова Т.Н. Рекреационная география. М.: Изд-во Флинта, 2005. 496 с.
5. «Красная горка» – музей-заповедник [Электронный ресурс] : сайт. – URL: [http://www.redhill-kemerovo.ru/O\\_muzee.htm](http://www.redhill-kemerovo.ru/O_muzee.htm) (дата обращения: 12.04.2014).
6. Колотова Е.В. Современное рекреационное районирование России. Актуальные проблемы туризма. Сборник науч. трудов. М.: Пресс, 2002. 146 с.
7. Новокузнецкое независимое телевидение [Электронный ресурс] : сайт. – URL: <http://www.10kanal.ru/news/95037.html> (дата обращения: 13.04.2014).
8. Кемеровская область информационный портал [Электронный ресурс] : сайт. – URL: <http://kemoblast.ru/news/2013/07/12/massovyj-spusk-v-kupalnikah-v-sheregeshe-ofitsialno-voshyol.html> (дата обращения: 10.04.2014).
9. Попов А. Горы и люди // Эксперт Сибирь. 4-17 октября 2010. № 38-39 (281). С. 18-28.
10. Шадрин О. Туристические настроения Кемеровской области // Эксперт Сибирь 18 августа 2008. № 32. С. 24-28.
11. Смолин С.П. Река Мрассу: от истоков до устья. Новокузнецк: Изд-во Полиграфист, 2008. 118 с.
12. Упадышева А.В. Природные рекреационные ресурсы Шорского национального парка и перспективы их использования в туристско-рекреационных целях // Материалы IX межрегиональной научно-практической конференции «Возможности развития туризма Сибирского региона и сопредельных территорий». Томск. 28 октября 2009. Томск: Изд-во Томского гос. ун-та, 2009. С. 74-78.
13. Мартынов А.И. Писаница на Томи. Кемерово: Кемеровское книжное изд-во, 1988. 56 с.

## **ОЗЕРО ДЖАНГЫСКОЛЬ – УНИКАЛЬНЫЙ ПРИРОДНЫЙ И ТУРИСТИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ**

*А. А. Кардаш*

*Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
г. Томск, Россия*

Научный руководитель: Т. Н. Жилина, к.геогр.н., доц.

Пейзажи Горного Алтая уникальны и привлекательны. Представляют собой сочетание обширных равнин и пестрых горных хребтов, снежных вершин, kloкочущих горных рек

и спокойных неглубоких озер. Вся территория Горного Алтая является интереснейшим геологическим, геоморфологическим, и туристическим объектом. Многие поколения ученых, сменяя друг друга, изучают каждый уголок этой удивительной горной страны.

Озеро Джангысколь расположено в системе озер плато Ештыкель на юго-востоке Горного Алтая подножия Северо-Чуйского хребта вблизи реки Чуи, пересекающей Курайскую межгорную котловину с юго-востока на северо-запад. На юге котловина урочища обрамлена Северо-Чуйским хребтом, а на севере – Курайским [1]. В административном плане территория котловины находится в Кош-Агачском районе Республики Алтай.

Урочище Ештыкель отличается от смежных территорий своеобразием термокарстового рельефа (рис. 1).



Рис. 1. Рельеф урочища Ештыкель (фото автора, июль 2013 г.)

Рельеф территории представлен повышенными участками (иногда осложненными буграми пучения) и пониженными – просевшими участками, относительные высоты которых изменяются от 1 до 6 м. К пониженным участкам приурочены округлые, продолговатые, лопастной формы, чаще



замкнутые озера размером от 20×100 м, иногда связанные между собой протоками с преобладающими глубинами от 1–2, реже до 3 м (иногда с локальными провалами на дне до 5–6 м). Дно озер илистое, реже песчаное, берега низкие, заболоченные, иногда крутые и даже обрывистые, подработанные термоабразией. Термоабразия приводит к отступанию береговых уступов за счет развития трех процессов – тепловой осадки дна, термоденудации береговых уступов и термоэрозии при волнении воды. В восточной части урочища отмечены морозобойные трещины шириной до 50 см, которые оконтуривают берега озер, по ним происходит отседание пород и расширение озерных котловин. Небольшие глубины озер способствуют их интенсивному прогреванию, в летнее время температура воды в них достигает 16–17° [2].

Озеро Джангысколь находится в восточной части урочища Ештыкель, оно является крупнейшим в системе его озер, имеет овальную форму и размеры примерно 800 на 1300 метров, в половодье озеро может разлиться до размеров вдвое больших (рис. 2).



Рис. 2. Озеро Джангысколь (фото автора, июль 2013 г.)

Высота озера над уровнем моря 1750 м. Джангысколь на самом деле является частью ранее существовавшего озера ледниково-подпрудного происхождения, то есть образованного ледником, который выходил из долины р. Корумду и запруживал сток рек от ледников западной части северного склона Северо-Чуйского хребта. В результате выхода ледника на равнину образовалось озеро, которое занимало всю котловину урочища Ештыкель. Остатками этого озера и являются озеро Джангысколь и, находящееся на западе котловины озера Караколь (Черное озеро).

Свидетельством существования на территории котловины большого ледниково-подпрудного озера является распространение толщи озерных осадков в восточной части урочища Ештыкель. Здесь широкое развитие получили различные формы термокарста, такие как бугры пучения, морозобойные трещины, а также озера, к числу которых относится и озеро Джангысколь.

Местность вокруг озера достаточно заболочена, но, тем не менее, к озеру можно подъехать на автомобиле. Берега озера пологие, невысокие (до 20 см), густо покрыты растительностью, подойти вплотную к озерам термокарстового типа в большинстве мест невозможно из-за топких почв под ногами. Купаться в таком озере тоже в большинстве мест невозможно все по тем же причинам, однако не поэтому Джангысколь привлекателен для туристических походов – главное, почему стоит посетить этот природный объект – это красивейшие пейзажи и чистейший горный воздух.

С одной стороны озера открывается вид на заснеженные вершины Северо-Чуйского хребта, пики которого отражаются в воде, они особенно красивы на фоне заката, когда солнце окрашивает их в багровые и золотистые краски или же на рассвете, тогда Северо-Чуйский хребет кажется особенно «рельефным». С другой стороны озеро оконтуривает невысокий холм, перед которым расстилаются разнотравные луга.

Озеро является удивительным объектом для посещения туристами, где в воде, как в зеркале, отражаются горные пейзажи величественного Северо-Чуйского хребта, а по берегам простираются разнотравные луга. Все это делает озеро Джангысколь уникальным объектом научного и культурного наследия как Алтайского края в частности, так и России в целом.

### *Литература*

1. Лойша В.А., Петкевич М.В., Бакшт Ф.Б. Горный Алтай. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1971. 252 с.
2. Волкова И.И. Горная озёрно-болотная система урочища Ештыкёль (Горный Алтай) / И.И. Волкова, И.В. Волков, Н.П. Косых [и др.] Вестник Томского государственного университета. Биология. 2010. №1(9). С.118–137.

## **ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КРАЕВЕДЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАЛЫХ РЕК ТОМСКОГО РАЙОНА, НА ПРИМЕРЕ РЕК УШАЙКА И БАСАНДАЙКА**

*М. А. Лапин, Р. А. Пахомов*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Научный руководитель: А. В. Родикова, к.биол.-хим.н., доц.*

Краеведение – совокупность знаний о родном крае, изучение его природы, истории, экономики и быта. Основными задачами данной науки являются изучение местности в целях приложения полученных знаний на практике, выявление лица края, а также сохранение уникальных социальных и природных объектов, в том числе – водных. В данной работе представлены результаты исследования качества вод малых рек Томского района, на примере притоков Томи – Ушайки и Басандайки.

Томский район имеет значительные запасы водных ресурсов. Основная река района – Томь, имеет большое количество впадающих в нее водных артерий, таких как: Черная речка, Большая черная, Ушайка, Басандайка, Каменка, Киргизка. Они играют значительную рекреационную роль в жизни города и района, используются в сельскохозяйственной структуре и местном рыболовстве. Все эти факторы в совокупности провоцируют остро встающую проблему экологического состояния качества вод рассматриваемой местности.

Согласно данным О.Г. Савичева [1], река Ушайка имеет длину 78 км. Водосборная площадь изучаемой водной артерии составляет 744 км<sup>2</sup>. Её исток располагается в районе остановочной площадки 41<sup>й</sup> километр Томской ветви Транссиба, а устье находится в центре города в районе здания администрации Томской области. В настоящее время река не судоходна, тем не менее, располагаясь по большей части в черте областного

центра, она подвергается как крупным, так и мелким загрязнениям со стороны гражданских лиц и предприятий. Основными причинами, вызывающими качественное ухудшение состояния вод, являются застройка территории водосборного бассейна, и загрязнение земель сельскохозяйственными отходами (стоки животноводческих комплексов и поверхностный сток с полей).

Река Басандайка, согласно тому же источнику, имеет длину 57 км, а водосборная площадь её простирается на 409 км<sup>2</sup> [1]. Исток данного притока Томи находится в районе остановочной площадки 28<sup>й</sup> километр Томской ветви Транссиба, устье – между посёлками Басандайка и Аникино, в 78 км от устья Томи. Территория бассейна реки является одной из наиболее освоенных вблизи областного центра, но, в отличие от р. Ушайка, проблема экологических загрязнений не стоит так остро, что связано с относительной удаленностью реки от города. Основным источником загрязнения вод являются бытовые отходы, производимые местными жителями и предприятиями поселений.

Целью данной работы является исследование состояния качества вод малых рек Томского района, на примере рек Ушайка и Басандайка (вне черты города). Отбор образцов для количественного анализа проводился на следующих точках наблюдения:

– Т.н. 1 – участок реки Басандайка в районе пос. Аникино (1600 м от устья);

– Т.н. 2 – участок реки Ушайка в районе дачного поселка «Восход» (1500 м вверх по течению от моста через реку по пер. Б. Хмельницкого).

Для проведения исследования пробы воды рек были взяты согласно установленным нормам и правилам [2], в осенний и зимний периоды (20.11.2013 г. и 21.02.2014 г.). Лабораторно-аналитическое изучение образцов осуществлялось с помощью специализированной полевой лаборатории «НКВ».

В ходе работ проводилась оценка некоторых физических и химических параметров воды, включающая определение суммы тяжелых металлов, нитрит-ионы ( $\text{NO}_2^-$ ), нитрат-ионы ( $\text{NO}_3^-$ ), ионы аммония ( $\text{NH}_4^+$ ), содержание общего железа ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ), карбонат-ион ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), гидрокарбонат-ион ( $\text{HCO}_3^-$ ), общую и свободную щелочность, карбонатную жесткость, мутность, пенность, запах и водородный показатель (рН)

(табл. 1). Исследования выполнялись в соответствии с предписаниями проведения опытов, предложенных в пособии по работе с полевой лабораторией «НКВ» [3]. Основными методами среди них являлись титриметрический и визуальный колориметрический анализ [3, 4].

Таблица 1

**Результаты количественного анализа проб воды рек Ушайка и Басандайка в осенний и зимний период**

№ п/п	Параметры, ед. измерения	ПДК [3]	Участки исследования			
			Т.Н.1 (Басандайка)		Т.Н.2 (Ушайка)	
			20.11.2013	21.02.2014	20.11.2013	21.02.2014
1	Сумма тяжелых металлов, ммоль/л	0,001	0	0	0	0
2	Нитрит ионы ( $\text{NO}_2^-$ ), мг/л	3,3	0,02	0,10	0,10	0,02
3	Нитрат ионы ( $\text{NO}_3^-$ ), мг/л	45	1	10	5	1
4	Ионы аммония ( $\text{NH}_3^+$ ), мг/л	2,6	1,0	2,6	1,0	0,0
5	Содержание общего железа ( $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ ), мг/л	0,3	0,3	0,1	0,3	0,1
6	Карбонат ион $\text{CO}_3^{2-}$ , мг/л	100	24	0	30	0
7	Гидрокарбонат ион $\text{HCO}_3^-$ , мг/л	1000	250	854	250	439
8	Свободная щелочность, ммоль/л	-*	0,4	0,0	0,5	0,0
9	Общая щелочность, ммоль/л	-	4,9	14,0	5,1	7,2
10	Карбонатная жесткость, ммоль/л	-	4,5	14,0	4,6	7,2
11	Мутность	-	Незаметна			
12	Пенистость	-	отрицательная			
13	Запах	-	Естественный, слабый, при нагреве			
14	Водородный показатель, pH	-	8,0	7,9	7,8	7,5

Примечание: \* – нет данных

В целом, согласно полученным данным, можно отметить, что разовые пробы, отобранные 20.11.2013 и 21.02.2014 гг. демонстрируют количественные изменения в содержании растворенных в воде веществ, что, видимо, связано с вариациями

внешних условий среды и динамикой активности антропогенного влияния. Превышение ПДК в образцах не установлено, хотя по отдельным параметрам отмечены предельные значения.

Если сравнить отдельные параметры, характеризующие состояние качества вод осенью и зимой, то можно обратить внимание на следующие изменения: в Т.н.1 (Басандайка) произошло увеличение концентрации нитрит-ионов в 5 раз, нитратов – в 10, аммония – в 2,6, гидрокарбонат-ионов – в 3,4 раза. Возможно, это связано с постоянным поступлением бытовых и производственных стоков из близлежащих поселений и, в то же время, уменьшением общего стока реки в зимний период. Общая щелочность, в связи с этим, возросла в 2,4 раза, а карбонатная жесткость в 3,1 раза. Такие параметры как, сумма тяжелых металлов, мутность, пенистость и запах остались неизменны. Снижение значений зафиксировано по содержанию общего железа (в 3 раза), карбонат-ионов с 24 мг/л до 0, свободной щелочности (с 0,4 до 0 ммоль/л), а также водородного показателя (на 0,1 единиц).

В Т.н.2 (Ушайка) отмечено сезонное снижение содержания азотсодержащих соединений, что вероятно связано с уменьшением поверхностного стока с прилегающих к реке сельскохозяйственных угодий. Подобная закономерность выявлена также для нитрит-ионов (в 5 раз), нитратов (в 5 раз), аммония (падение концентрации с 1 до 0 мг/л). Также произошло снижение концентрации общего железа (в 3 раза), карбонат-ионов (с 30 до 0 мг/л), свободной щелочности (с 0,5 до 0 ммоль/л). На фоне снижения количества вышеперечисленных ионов отмечено увеличение гидрокарбонат-ионов (в 1,7 раз), общей щелочности (в 1,4 раза), карбонатной жесткости (в 1,5 раза) что может быть связано со снижением общего стока реки и постоянными сбросами хозяйственных и бытовых стоков в населенных пунктах расположенных на реке. Неизменными остались мутность, пенистость и запах, а также сумма тяжелых металлов.

При сравнении образцов воды рек можно отметить, что разовые пробы показывают удовлетворительное состояние качества в изучаемые временные моменты в пределах данных точек наблюдений. Предельные значения ПДК, но не превышающие их, зафиксированы лишь для двух параметров: ионы аммония (Басандайка, зима) и общее железо (Басандайка и Ушайка,

осень). В целом, результаты визуального колориметрирования нельзя считать точными, но в случае зафиксированных экстремумов их можно принимать как сигнал к дальнейшему более тщательному наблюдению и исследованию.

#### *Литература*

1. Савичев О.Г. Водные ресурсы Томской области. Томск: Издательство ТПУ, 2010. 247 с.
2. Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. Методы анализа природных вод. Изд. 3-е, переработ. и доп. М.: изд-во «Недра», 1970. 488 с.
3. Муравьев А.Г. Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки. С.-Пб.: «Крисмас+», 2012. 264 с.
4. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. 3-е изд., доп. и перераб. СПб.: «Крисмас+», 2004. 248 с.

### **РЕЛЬЕФ И ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ЛАРЬЯКСКОЙ ПЛОЩАДИ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)**

*Д. А. Старосеков*

*Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

*Научный руководитель: Т. Н. Жилина, к.геогр.н., доц.*

Ларьякская площадь расположена на востоке Ханты-Мансийского автономного округа в 150 км к востоку от г. Нижневартовск. Находится в центральной части Западно-Сибирской равнины, на южном склоне Верхнетазовской возвышенности, в нижнем течении р. Вах (правый приток р. Обь), пересекающей территорию с востока на запад в ее средней части. К южной части площади приурочен водораздел с р. Тым (правый приток р. Обь). Район относится к лесоболотной зоне Западно-Сибирской равнины. Местность представляет собой обширную, слабо расчлененную равнину с абсолютными отметками высот в долине р. Вах порядка 43–59 м над уровнем моря [1, с. 24].

Наиболее крупной водной артерией является полноводный Вах протяженностью 964 км. В него впадают в пределах площади с севера реки Сабун и Колекъеган с притоками; с юга – Мегтыгъеган, а также с обоих бортов долины многочисленные мелкие речки и ручьи. Значительную часть территории (42 %) занимают болота, преимущественно верхового и переходного типов.

Основной спецификой территории является ее расположение в центральной части Западно-Сибирской плиты, имеющей отчетливо выраженное двухъярусное строение. Нижний ярус, представленный складчатым фундаментом, образован доюрскими метаморфизованными и интенсивно дислоцированными образованиями. Верхний – чехольный – ярус сложен полого залегающими, большей частью рыхлыми структурно-вещественными комплексами значительной (около 3,4 км) мощности мезозойско-кайнозойского возраста [2, с. 206].

Для исследуемого района был проведен анализ по картографическим и литературным источникам, совмещенный с натурными наблюдениями. По топографической карте определены морфометрические показатели: вертикальное и горизонтальное расчленение рельефа, общий уклон поверхности, общее расчленение рельефа, плотность речной сети.

Таблица 1  
**Морфометрические показатели рельефа Ларьякской площади**

Характеристика рельефа	Показатель
Горизонтальное расчленение рельефа	0, 42 км/км <sup>2</sup>
Вертикальное расчленение рельефа	0, 05
Плотность речной сети	0, 17 ед/км <sup>2</sup>
Общая расчлененность рельефа	0, 12
Средняя крутизна поверхности	2,534°

Анализируя эти показатели можно увидеть, что исследуемая территория представляет собой плоскую равнину со средней степенью расчлененности, но благодаря такому строению, сильно заболоченную, с обилием озер, стариц, проток. Болота и зарастающие озера на этой территории играют исключительную роль в формировании рельефа.

Важная роль в формировании рельефа в историческом плане принадлежит ледниковой и водно-ледниковой аккумуляции и перестройки гидрографической сети, связанной с плейстоценовыми оледенениями. В настоящее же время ведущая роль в формировании рельефа принадлежит эрозионной деятельности рек, мерзлотным процессам, а также процессам выравнивания территории за счет активного торфонакопления.

Можно выделить три типа аккумулятивного рельефа: ледниковой аккумуляции; водно-ледниковой аккумуляции; озерно-ледниковой аккумуляции [1, с. 124]. Эрозионно-аккумуля-



лятивный рельеф характерен для более молодых геоморфологических поверхностей озерно-аллювиального и аллювиального происхождения, тяготеющих к современным речным долинам и образующих ряд нисходящих террас.

Четвертичные отложения на исследуемой территории распространены повсеместно. Мощность их колеблется в зависимости от характера тектонических структур: в областях погружения плиты она достигает 300–350 м, а на локальных поднятиях сокращается до 5–10 м. Практически все формы современного рельефа Ларьякской площади сложены четвертичными отложениями. Контуры стратиграфических горизонтов и генетических типов отложений являются одновременно контурами геоморфологических элементов. Процессы формирования четвертичных отложений были одновременно рельефообразующими процессами, ибо осадконакопление сопровождалось и созданием определенного рельефа [3, с. 29].

Четвертичные отложения залегают на размытой, сильно расчлененной поверхности в ледниковой и частично приледниковой зонах Западной Сибири. Их формирование происходило на фоне неоднократного наступления и последующей деградации ледниковых покровов с чередованием во времени ледниковых и межледниковых периодов, в условиях которых формировались сложные генетические комплексы отложений. По ним возможны анализ динамики и восстановление палеорельефа. Рассмотрим строение крупного разреза на левом берегу реки Вах (см. рис. 1 на с. 210). Разрез пройден в ходе полевых исследований, он состоит из 9 последовательных горизонтов, общая его глубина составила 38,6 м.

Можно проследить последовательную смену речных фаций, представленных галькой и косослоистым песком, на старичные и озерные, представленные песками с горизонтальной ритмичной слоистостью, что свидетельствует о блуждании русла.

Важно отметить наличие 2 горизонтов, представленных суглинками с включением обломков железняка. Эти горизонты маркируют древние оледенения, так как суглинки имеют обычно континентальное происхождение, а отсутствие в их составе валунов и лессов свидетельствует, что это именно покровные суглинки, которые образуются в гляциальной и перегляциальной зоне. Горизонт на глубине 12,8–18,6 м относится

к Самаровскому оледенению, горизонт на глубине 4,6–11,2 м – к Зырянскому, наиболее молодому оледенению на территории Западной Сибири. Между собой эти горизонты отделены горизонтом озерных отложений, сформировавшихся в период межледниковья.

Самые молодые горизонты представлены супесями, образованными за счет флювиальной аккумуляции. В настоящий момент они активно заболачиваются.

Данный разрез является репрезентативным для всей Ларьякской площади, можно утверждать, что история ее развития представляет собой частую перестройку гидрологической сети, осложненную покровными оледенениями. Также можно ожидать перестроек гидрологической сети и в будущем, что будет связано с боковой речной эрозией (особенно в левобережье Ваха) и процессами зарастания озер.



Рис. 1. Разрез в обнажении левого берега р. Вах

#### *Литература*

1. Земцов А.А. Отчет по работам 1959–60 гг. Базинской геолого-съёмочной партии (Геологическое строение листа Р-44-В). Томск, 1961. 197 с.
2. Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. М: Государственное издательство географической литературы, 1963. 572 с.
3. Земцов А.А. Геоморфология Западно-Сибирской равнины (Северная и центральная части). Томск: изд. Томского университета, 1976. 344 с.

## СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В РОССИИ

*У. В. Филимонова*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Научный руководитель: Е. Ю. Петрова, к.пед.н., доц.*

В связи с ухудшением экологического состояния окружающей среды еще в начале XX в. многие зарубежные исследователи предлагали осуществлять систему непрерывных наблюдений одного или нескольких компонентов окружающей среды с заданной целью и по специально разработанной программе. Позднее система мер по оценке состояния природной среды получила название «экологический мониторинг».

Эколог Ю.А. Израэль предлагал понимать под экологическим мониторингом только такую комплексную систему наблюдений, оценки и прогноза, которая позволяет выделить частные изменения состояния биосферы, происходящие только под влиянием антропогенной деятельности (т.е. мониторинг антропогенных изменений) [1].

Термин «мониторинг» официально был введен в науку на Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде в 1972 г. А с 1974 г. стал использоваться в русской специализированной литературе. В этом же году в столице Кении г. Найроби состоялось первое межправительственное совещание по экологическому мониторингу. В настоящее время во всех странах мира осуществляется в разной степени экологический мониторинг.

В России функционирует разветвленная общегосударственная служба наблюдения по всем ступеням экологического мониторинга: на многочисленных станциях, створах контроля, стационарных постах, в химических лабораториях, на самолетах, вертолетах и космических аппаратах ведутся наблюдения за загрязнением атмосферы, вод, почв, донных отложений, околоземного пространства. А также организуется слежение за состоянием земель, минерально-сырьевых ресурсов недр, сохранностью животного и растительного мира [2].

В результате обобщения результатов наблюдений на всех уровнях мониторинга получается объективная картина антропогенных, и природных процессов в различных регионах

страны. В России внедрена единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ). Основными задачами ее являются: ведение специальных банков данных, характеризующих экологическую обстановку, и гармонизация их с международными эколого-информационными системами, а также оценка и прогноз состояния объектов и антропогенных воздействий на них, откликов экосистем и здоровья населения на изменение состояния окружающей природной среды [3].

Ведение государственного мониторинга водных объектов в Российской Федерации осуществляется на локальном, территориальном (областном), региональном (Сибирский Федеральный округ) и федеральном уровнях (общероссийском).

На *локальном уровне* мониторинг водных объектов осуществляют водопользователи предприятий, которые ведут систематические наблюдения за водными объектами Томской области в порядке, определяемом территориальными органами Министерства природных ресурсов Российской Федерации, и представляют данные наблюдений в указанные органы в соответствии с водным законодательством Российской Федерации.

Организации, осуществляющие водопользование на территории Томской области на локальном уровне: ОАО «СХК» («Сибирский химический комбинат»); ООО «Томская нефть»; ОАО «Центрсибнефтепровод»; ООО «Томскводоканал»; ООО «Энергонефть Томск»; ЗАО «ВИГК» («Восточная инвестиционная газовая компания»); ООО «Речной щебень»; ООО «Речное пароходство».

На *территориальном уровне* мониторинг водных объектов осуществляют территориальные органы Министерства природных ресурсов Российской Федерации и Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды: Отдел водных ресурсов по Томской области Верхне-Обского бассейнового водного управления; Государственное учреждение «Томский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ГУ «Томский ЦГМС»); Управление по недропользованию по Томской области.

На *региональном уровне* мониторинг водных объектов осуществляют бассейновые водохозяйственные управления, региональные геологические центры и другие уполномоченные территориальные органы Министерства природных

ресурсов Российской Федерации и территориальные управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

На региональном (бассейновом) уровне проводится обобщение, накопление, хранение, распространение информации, ведение региональных (бассейновых) банков данных по соответствующему региону (бассейну) и передача данных на федеральный уровень.

Ведение государственного мониторинга водных объектов на региональном уровне проводят: Верхне-Обское бассейновое водное управление; Департамент Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по Сибирскому федеральному округу (Департамент Росгидромета по СФО); Департамент по недропользованию по Сибирскому федеральному округу (Сибнедра по СФО) [4].

На *федеральном уровне* ведение мониторинга водных объектов обеспечивается Министерством природных ресурсов Российской Федерации и Федеральной службой России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [5].

Анализ литературы, посвященный обзору деятельности служб мониторинга водных объектов РФ показал, что в России функционирует общегосударственная разветвленная система ведения государственного мониторинга водных объектов, которая осуществляется на локальном, территориальном (областном), региональном (Сибирский Федеральный округ) и федеральном уровнях (общероссийском).

На каждом уровне ведутся наблюдения за загрязнением вод и донных отложений рек, озер, водохранилищ и морей по физическим, химическим и гидробиологическим (для водных объектов) показателям с целью изучения распределения загрязняющих веществ во времени и пространстве, оценки и прогноза состояния водных ресурсов, определения эффективности мероприятий по их защите.

Постоянные круглосуточные наблюдения за состоянием водных объектов обеспечивают заинтересованные организации материалами для составления рекомендаций в области охраны и рационального использования водных ресурсов, составления планов развития экономики с учетом водных ресурсов. А также

полученные результаты мониторинга качества водных объектов публикуются в ежегодных экологических справочниках, отражаются в экологических картах и в дальнейшем используются в качестве наглядного и статистического материала в процессе изучения географических и экологических дисциплин в общеобразовательных учреждениях и вузах.

#### *Литература*

1. Израэль Ю. А. Глобальная система наблюдений. Прогноз и оценка окружающей природной среды. Основы мониторинга. М.: Метеорология и гидрология, 2006. 126 с.
2. Герасимов И.П. Научные основы современного мониторинга окружающей среды: учебник для вузов. М.: ФОРУМ, 2012. 208 с.
3. Банников А.Г., Вакулин А.А., Рустамов А.К. Основы экологии и охрана окружающей среды: учебник для вузов. М.: Колос, 2009. 385 с.
4. Постановление Правительства РФ от 14 марта 1997 г. № 307 Об утверждении положения о ведении государственного мониторинга водных объектов. М.: НЕДРА, 1997. 215 с.
5. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек: учебник для вузов. М.: ФОРУМ, 2008. 438 с.

## **ТАЛОВСКИЕ ЧАШИ – ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Д. О. Чеботаева*

*Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: Т.Н. Жилина, к.геогр.н., доц.

Одним из уникальных памятников природы Томской области являются Таловские чаши.

Таловские чаши уникальны, как по своему образованию, так и по строению. Их необычный внешний вид притягивает к себе как магнит целые толпы туристов, что не очень благоприятно сказывается на их состоянии.

Впервые в литературе Таловские чаши стали упоминаться в 1895 году. Открыл и описал их первый профессор факультета биологии Томского государственного университета А.М. Зайцев.

Таловские чаши (Таловые чаши, Известковые чаши) – известковые образования в форме чаш, наполненные водой. Госу-

дарственный памятник природы в Томской области, в 40 км к юго-востоку от Томска, в истоке Берёзовой речки. Называются по когда-то находившейся рядом деревне Таловка. Ближайший населённый пункт – посёлок Басандайка [1].

Известковые образования, по форме похожие на чаши, достигают в высоту 1 метра и состоят из известнякового туфа (травертина). Известковый туф (травертин) образуется при вытекании на поверхность земли подземных источников, несущих в своих водах растворенную известь (карбонат кальция). Он представляет собой полутвердое, ячеистое образование, обычно сизо-черного цвета, накапливающееся у выхода родников в виде линз и пластов. В состав стенок чаш также входит бернессит, придающий им землистый цвет. Бернессит – достаточно редкий минерал, представляющий собой оксид марганца сложного состава, кристаллов не образует. Это вторая достоверная находка бернессита на территории России. Данный минерал достоверно описан только в районе вулкана Менделеева на Курильских островах. На глубине, под сравнительно большим давлением в воде содержится повышенное количество углекислого газа, способствующего растворению карбоната кальция. При выходе на поверхность воды теряют углекислый газ, часть воды испаряется, концентрация карбоната достигает предела насыщения и последний выпадает в виде осадка [2]. Минеральный состав травертиновых отложений Таловских чаш исследовал в 1988 году В.А. Баженов. Им же описан минерал бернессит (водный окисел марганца), осаждающийся совместно с карбонатом кальция [3].

Таловские чаши расположены на небольшой заросшей поляне в лесу, на площади около 300 м<sup>2</sup>. Все чаши имеют овальную форму.

Всего известно 4 крупных чаши и 3 (по некоторым данным – 5) мелких. Самая крупная из них – «Большая чаша», в ширину около 2 метров, в длину – около 3,5 метров и в глубину – до 2 метров, её стенки достигают полуметра и их толщина увеличивается к основанию; три других – в диаметре от 0,5 до 1,5 м. В 40 м ниже расположена чаша «Крокодил», её желоб, по которому вытекает вода, длинный (до семи метров) и извилистый, покрыт зелёным мхом и напоминает своим видом хвост крокодила. Мелкие чаши в диаметре не

более полуметра. Чаши постоянно наращиваются за счёт переливающейся через край воды, которая откладывает новые слои соли. Со слов местных жителей, много лет назад вода из «Большой чаши» была фонтаном, теперь напор пропал, и уровень воды значительно понизился [4].



Рис. 1. Большая чаша

Каждая чаша имеет устье, откуда вытекает избыточная вода. Дебит главного источника составляет примерно 1 л/сек. Здесь выходят на поверхность земли с большой глубины довольно мощные источники, вода в которых обильно насыщена известковыми солями. Вместе с ними вода несет большое количество углекислого газа и изливается на поверхность, как бы под напором. При этом у одной из чаш вода продолжает течь по известковому жёлобу ещё порядка 10 м, то есть вода стекает не по низинке, а, напротив, по возвышению. Вода слабоминерализованная, магниально-кальциевая, гидрокарбонатная, температура держится на уровне  $+5...+6$  °С, зимой не замерзает. В народе считается, что вода помогает при глазных и кожных болезнях, а также заболеваниях желудочно-кишечного тракта [2].



Примечательно, что если легонько прыгнуть на месте рядом с чашей, то через несколько секунд из глубины начнут подниматься пузырьки углекислого газа.

Некоторые учёные на основании топонимических, лингвистических, археологических и источниковедческих данных связывают существование Таловских чаш с мифическими чашами Грааля, легенды о которых якобы были принесены в Европу древнегерманскими готами в средние века. Некоторые археологи и историки утверждают, что именно Таловские чаши стали прототипом для появления легенд о Чаше Грааля. Якобы древние вестготы во время переселения с востока на запад сохранили память о древнем чуде природы, и позже эта память отразилась в легендах о короле Артуре.

Слово «Талая» можно трактовать по-разному: с тюрского языка оно переводится как степь, равнина, в других источниках – незамерзающая река с полыньями. И действительно вода в чашах не замерзает даже зимой, так температура воды в чашах +5 градусов, и скорость вытекания довольно высокая. Раньше вода в большой чаше фонтанировала (о чем говорит ее строение, она возвышается над поверхностью земли примерно на 40–50 см) [4].

Также бытует мнение, что главная чаша имеет искусственное происхождение.

Решением Томского облисполкома № 334 от 28.09.62 г. Таловские чаши объявлены памятником природы Томской области. Уникальность памятника природы и красота окружающего ландшафта стали причиной частого посещения Таловских чаш людьми, что в свою очередь губительно сказалось на экологическом состоянии природного объекта.

Областным государственным учреждением «Облкомприрода» сформулированы основные правила поведения на территории Таловских чаш [5].

Запрещается:

- загрязнение воды;
- замусоривание территории;
- рубка деревьев;
- разрушение стенок чаш.

Поэтому не следует опускать в воду посторонние предметы, в том числе бросать монеты, мыть руки и лицо, вставать на стенки чаш, а мусор лучше увезти с собой.

Подойти к Таловским чашам можно пешком, на велосипеде или лыжах. Длина тропы к юго-западу от железнодорожной платформы «Площадка 41 км» чуть более 3,5 километров [1].

#### *Литература*

1. Томская область: Путеводитель / сост. А. Юдин; Ред. К. Павлов. М.: Авангард, 2001. 219 с.
2. Фролова Н., Кейнер А., Туманян М., Трубачев Д. Эколого-химическое изучение памятника природы «Таловские чаши». Работа на Всероссийский конкурс юношеских исследовательских работ им. В.И. Вернадского 2013–2014, г. Томск
3. Особо охраняемые территории Томской области: Учебно-справочное пособие / А.М. Адам, Т.В. Ревушкина, О.Г. Нехорошев, А.С. Бабенго; Ред. А.С. Ревушкин. Томск: Изд-во НТЛ, 2001. 239 с.
4. Экологический мониторинг. Состояние окружающей среды Томской области в 2001 году / Управление охраны окружающей среды и ОГУ «Облкомприрода» Администрации Томской области. Томск, 2002. С. 87–91.
5. Уткин Ю. Травертиновые памятники природы Томской области // Экобандероль. 2002. № 22–23. С. 7.

# ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ И ЗООЛОГИЯ

---

## ВИДОВОЙ И ИНВЕРСИОННЫЙ СОСТАВ МАЛЯРИЙНЫХ КОМАРОВ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

И. Е. Александрова, В. П. Первозкин, А. С. Минич

Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия

Особенностью комаров р. *Anopheles* (Diptera, Culicidae) является наличие видов-двойников, характеризующихся высоким морфологическим сходством. Наличие у них в некоторых тканях политенных хромосом, в частности в слюнных железах личинок, дает возможность применять метод цитодиагностики для идентификации близкородственных видов, определять уровень и адаптивное значение хромосомной изменчивости в природных популяциях.

Изучение малярийных комаров в Астраханской области было связано с необходимостью уточнения видового и кариотипического состава переносчиков трансмиссивных заболеваний, а также современных границ их распространения, учитывая высокую маляриогенность территорий юга России [1, с. 15]. Повсеместных исследований с применением адекватных цитогенетических методов в регионе не проводилось. Между тем, в Республике Калмыкия, граничащей на востоке с Астраханской областью, было установлено, что изученная территория, является зоной симпатрии пяти видов комаров рода *Anopheles*: *An. maculipennis* Meigen, *An. sacharovi* Favre, *An. messeae* Fall, *An. atroparvus* Van Thiel, *An. hyrcanus* Pall [2]. Причем впервые в регионе обнаружен самый опасный переносчик малярии на территории России – *An. sacharovi*, что значительно севернее, чем предполагалось ранее [3]. Именно поэтому важным представлялось изучение представителей *Anopheles* в Астраханской области.

Выборки личинок 4-го возраста были взяты 23.08. – 30.08.2013 г. в типичных местах выплода малярийных комаров

по трансекте с юга на север в удаленных друг от друга пунктах области: 1) г. Астрахань – самая южная точка. Произведены выборки личинок в 2 биотопах: в центре города (рукав р. Кутум) и в пойменном водоеме правобережья р. Волги; 2) пос. Линейное (трасса «Астрахань – Элиста») – юго-западный район области; 3) г. Харабали (пойма р. Волга) – центральный регион Астраханской области; 4) г. Ахтубинск (пойма р. Волга) – самая северная точка исследований (рис. 1). Отловленных личинок фиксировали спирт-уксусной смесью 3:1 для последующего цитогенетического анализа в камеральных условиях. Всего изучено 426 кариотипов малярийных комаров.

Результаты, полученные посредством цитогенетического анализа выборок личинок комаров, указывают на то, что в Астраханской области обитает три вида малярийных комаров, два из которых – *An. messeae* и *An. maculipennis* – относятся к комплексу «*Anopheles maculipennis*», а один – *An. hyrcanus* – к другому комплексу с одноименным названием.



Рис. 1. Районы исследования популяций личинок малярийных комаров в Астраханской области

Ранее в научной литературе для региона указывались 2 вида-двойника – *An. messeae* и *An. atroparvus* [1, с.16]. Однако

в ходе настоящих исследований *An. atroparvus* обнаружен не был, но вместо него идентифицирован *An. maculipennis* с частотой всего 1% в двух точках северной части региона – г. Харабали (n=100) и г. Ахтубинск (n=100). В трех точках юга области *An. maculipennis* не выявлен (n=226). Очевидно на широте г. Харабали в Астраханской области проходит юго-восточная граница распространения этого вида, совпадающая с северной границей Прикаспийской низменности. В то же время, на широте Астрахани (46° с. ш.), в г. Элиста (Калмыкия), *An. maculipennis* был ранее обнаружен; юго-западнее и юго-восточнее столицы Калмыкии не установлен [2]. Таким образом, в Астраханской области граница ареала смещается на север на 1 градус, достигая 47° с. ш. Следует отметить, что *An. maculipennis* является более антропофильным и тяготеет к крупным населенным пунктам [4], и рассматривается как один из главных переносчиков малярии в Европе. В изученном регионе, в наиболее густо населенной людьми южной части, данным вид не обитает, как и другие опасные переносчики малярии – *An. sacharovi* и *An. atroparvus*, что, очевидно, делает здесь маляриогенную ситуацию более благополучной, чем в соседних республиках Калмыкия и Дагестан.

*An. hyrcanus* обнаружен с частотой  $2,0 \pm 1,4\%$  (n=100) только в одном исследованном биотопе на юго-западе области, в пос. Линейное, в типичном для него водоеме (лиманы), берега которого густо поросли камышом (именно поэтому вид еще называют камышовым).

Отмечен широкий внутривидовой инверсионный полиморфизм в популяциях личинок вида *An. messeae*. Перестройки затрагивают половую хромосому, а также левое и правое плечи третьей хромосомы (табл. 1). Вторая хромосома, как и следовало ожидать для популяций южных широт, оказалась мономорфной и представлена вариантами плеч  $2L_0$  и  $2R_0$ . В кариотипах вида выявлены хромосомные последовательности в гомо- и гетерозиготных сочетаниях:  $XL_0$ ,  $XL_1$  (половая хромосома),  $3R_0$ ,  $3R_1$  (правое плечо третьей аутосомы) и  $3L_0$ ,  $3L_1$  (левое плечо). В Харабали и Астрахани также обнаружена редкая гоносомная инверсия в гетерозиготе ( $XL_{16}$ ), видимо, эндемичная для Прикаспийской низменности, впервые установленная в Ставропольском крае (с. Дивное) [2].

Таблица 1.

**Частоты инверсионных вариантов в популяциях  
малярийных комаров *An. messeae* Астраханской области**

Вариант инверсии	Частота хромосомного варианта в популяции биотопа, $f \pm s_f$ (%)				
	г. Астрахань, центр, устье р. Кутум	г. Астрахань, пойма р. Волга	пос. Линейное	г. Харабали	г. Ахтубинск
Самцы (гоносомы)					
XL <sub>0</sub>	70±15,3	50±6,9	62,8±7,5	27,1±6,5	2,9±2,9
XL <sub>1</sub>	30±15,3	50±6,9	37,2±7,5	72,9±6,5	97,1±2,9
n	10	54	43	48	34
Самки (гоносомы)					
XL <sub>00</sub>	50,0±12,9	47,8±7,4	56,4±6,7	25,5±6,2	12,3±4,1
XL <sub>01</sub>	31,2±12,0	26,1±6,5	29,1±6,2	19,6±5,6	4,6±2,6
XL <sub>11</sub>	18,8±10,1	23,9±6,4	14,5±4,8	52,9±7,1	83,1±4,7
XL <sub>16</sub>	-	2,2±2,2	-	2,0±2,0	-
n	16	46	55	51	65
Оба пола (аутосомы)					
3R <sub>00</sub>	53,8±10,0	57±5,0	63,3±5,0	33,3±4,8	8,1±2,8
3R <sub>01</sub>	38,5±9,7	29±4,6	35,7±4,9	30,3±4,6	29,3±4,6
3R <sub>11</sub>	7,7±5,3	14±3,5	1,0±1,0	36,4±4,9	62,6±4,9
3L <sub>00</sub>	57,7±9,9	48±5,0	59,2±5,0	34,4±4,8	21,2±4,1
3L <sub>01</sub>	38,5±9,7	38±4,9	34,7±4,8	51,5±5,0	26,3±4,4
3L <sub>11</sub>	3,8±3,8	14±3,5	6,1±2,4	14,1±3,5	52,5±5,0
n	26	100	98	99	99

Полученные данные дают возможность оценить закономерности изменчивости инверсионной структуры популяций *An. messeae* в разных удаленных друг от друга районах Астраханской области. Из представленных в таблице результатов отчетливо видно, что частоты хромосомных перестроек XL<sub>1</sub>-3R<sub>1</sub>-3L<sub>1</sub> закономерно и значительно увеличиваются с юга на север области. В то же время между тремя биотопами на юге области достоверных отличий по частотам инверсий в популяциях не установлено. Наиболее вероятно распространение хромосомных вариантов в популяциях комаров региона зависит от близости к Каспийскому морю. Принято считать, что эволюционно исходные альтернативные последовательности XL<sub>0</sub>-3R<sub>0</sub>-3L<sub>0</sub> *An. messeae* сформировались в условиях относительно мягкого климата юго-западной Европы [3], поэтому

комары с такими сочетаниями более адаптированы к приморскому климату. По мере расширения ареала вида на континентальную часть Евразии возникли альтернативные инверсионные варианты, обеспечивающие приспособленность особей к более жестким климатическим условиям.

Таким образом, в ходе данных исследований получены новые данные, дающие представление о видовом составе малярийных комаров региона и их пространственном распределении, а также закономерностях клинального изменения инверсионной структуры популяций *An. messeae*.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 12-04-01462-а

#### *Литература*

1. Баранова А.М., Сергиев В.П. Эпидемиология малярии. Научно-практическое руководство по малярии (эпидемиология, систематика, генетика) / Науч. ред. В.Н. Стегний. Томск: Томский государственный университет, 2007. 240 с.
2. Первозкин В.П., Бондарчук С.С., Гордеев М.И. Популяционно-видовая структура малярийных комаров (Diptera, Culicidae) Прикаспийской низменности и Кумо-Манычской впадины // Медицинская паразитология и паразитарные болезни, 2012. № 1. С.12–17.
3. Стегний В.Н. Популяционная генетика и эволюция малярийных комаров. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1991. 136 с.
4. Первозкин В.П., Минич А.С., Багаутдинова Г.Т. Популяционно-видовая структура малярийных комаров Центральной Европы // Вестник Томского государственного педагогического университета, 2013. №. 8. (136). С. 70–74.

## **МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ПРЭСНОВОДНЫХ РАКОВИННЫХ АМЕБ**

*Е. А. Иманкулова, Л. В. Лукьянцева*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Пресноводные раковинные амёбы могут обитать на дне водоема, в толще воды и на поверхности водной растительности. В зависимости от места обитания используют разные методики сбора. Для сбора амёб в прибрежных биотопах возможно использование гидробиологической сетки, скребка. При фильтровании, например, воды через сетку в пробу

падают многочисленные особи амёб, в результате взмучивания их со дна. При сборе скребком, собирается поверхностный слой грунта вместе с наилком (обычно достаточно объёма около 20 см<sup>3</sup>), в котором сосредоточена основная масса микрофауны водоема. Собранный материал помещается в сосуд и микроскопируется непосредственно после отбора пробы и доставки ее в лабораторию; или фиксируется (раствором 70%-го спирта или 4%-го формалина) [1, с. 150].

Для количественных сборов организмов бентосной нанофауны в качестве орудий сбора используют трубчатые приборы, вырезающие монолит. На мелководьях удобно пользоваться трубками из стекла или прозрачного синтетического материала, которые вдавливают в грунт, закрываются пробкой и затем извлекаются вместе с монолитом. Вода, находящаяся над грунтом, выливается и изучается отдельно [2, с. 137]. Для сбора амёб с поверхности растений обычно делают соскок с нижней поверхности листа, который затем разбавляется водой и микроскопируется или фиксируется как сказано выше.

После отбора материала, он просматривается под микроскопом для определения систематического положения особей. При работе по идентификации вида, необходимо тщательно рассмотреть раковинку со всех ракурсов, составить описание по схеме: тип симметрии раковинки; форма и характеристика поверхности; форма, величина, местоположение устья; соотношение диаметра и высоты (рис. 1).

Основным признаком при определении вида является форма симметрии раковинки амёбы [3, с. 41]. Различают раковинки с аксиальной (осевой) симметрией – радиально-симметричные, дисковидные, удлинённые, бутылковидные или латерально-сжатые формы, и с билатеральной симметрией.

Также при диагностике раковинных амёб важен такой признак как форма раковинки; она может быть удлинённой – длина раковинки более чем в 1,5 раза превышает ширину; сферической – раковинки шарообразной формы; яйцевидной – раковинки овальной формы, максимальная ширина на уровне середины длины и сужается к концам; грушевидной – раковинки с более широким задним концом, по сравнению с передним.



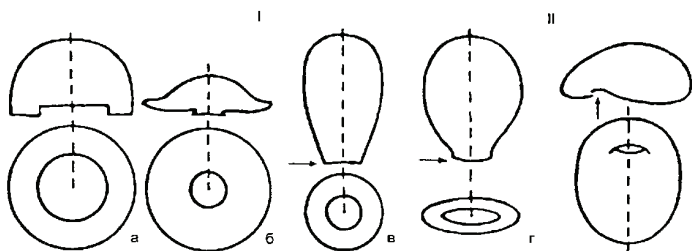


Рис. 1. Основные варианты строения раковинок (Мазей, Цыганов, 2006).

I – аксиально-симметричные формы; II – билатерально-симметричные (*Plagiopyxidae*); в верхнем ряду – вид сбоку, в нижнем – вид в плане:

а – полусферические, в плане круглые раковинки (*Cyclopyxidae*),

б – уплощенно-дисковидные, в плане круглые (*Arcelliidae*),

в – удлиненные, круглые в поперечном сечении (*Diffugiidae*),

г – удлиненные, латерально сжатые (*Hyalospheniidae*)

Устье раковинки может быть: терминальным – располагается на конце раковинки под прямым углом к наиболее длинной оси раковинки; субтерминальным – располагается около одного из краев раковинки, но не под прямым углом к наиболее длинной оси раковинки; вентральным – располагается на вентральной поверхности раковинок, имеющих дорсо-вентральное строение.

Размеры раковинок: мелкие – менее 40 мкм, средние – 40–80 мкм; относительно крупные 80–150 мкм; крупные 150–280 мкм; очень крупные более 280 мкм. Промеры размеров раковин можно производить при помощи окуляр-микрометра, но в настоящее время существуют специальные компьютерные программы, которые позволяют намного точнее определить размеры.

Для более точного определения объекта необходимо собрать несколько экземпляров предположительно одного вида для того, чтобы проследить весь набор отклонений, связанных с фенотипической изменчивостью, характерной для агамных форм. Также в серии отобранных объектов возможно более полное выявление необходимых при определении признаков.

При диагностике видов тестацей нами проделаны следующие процедуры. В чашку Петри при помощи пипетки капали жидкость со дна емкости с пробой (около 1 мл), затем разбавляли водой (поскольку большая часть видов биотопически –

обитатели грунта) и просматривали под бинокулярным микроскопом (при увеличении в 40 раз). Найденные экземпляры раковинки выбирали пипеткой в отдельную емкость. В дальнейшем готовили временные микропрепараты. Так как раковинка водной амебы хрупкая и относительно крупная, на покровном стекле делались «ножки» из пластилина. Временные препараты просматривались под микроскопом при увеличении в 200–400 раз. Обнаруженные раковинки тестацей фотографировались при помощи цифровой камеры, производились промеры размеров раковинки при помощи компьютерной программы, — для последующей видовой диагностики (рис. 2).



Рис. 2. Фотография аксиально-симметричной агглютированной ксеносомами раковинки амебы рода *Diffugia* с промером длины, сделанная при помощи микроскопа и специальной компьютерной программы

Для того чтобы рассмотреть раковинку со всех сторон иногда удобно изготовление микропрепарата на глицерин-желатине. Раковины корненожек не нуждаются в фиксации, окраске, обезвоживании и просветлении, поэтому можно использовать смесь глицерина-желатины, а не другой консервирующей среды (например, канадского бальзама). Для этого, готовят глицерин-желатин по следующей методике [4, с. 314]: 7 г кристаллической желатины размочить в течение 2–3 ч. в 42 см<sup>3</sup> дистиллированной воды; добавить 50 г глицерина и 0,5 мг кристаллической карболовой кислоты; смесь, помешивая, подогреть на водяной бане, про-

фильтровать через стеклянную вату и охладить. Смесь затвердевает в прозрачную желеобразную массу. Покровное стекло с раковинами амёб, поместить на сутки в глицерин. Кусочек приготовленной смеси поместить в центре предметного стекла и слегка подогреть (над пламенем спиртовки, на металлической пластинке, лежащей на электроплитке, или иным путем); смесь разжижается; накрыть ее покровным стеклом с раковинами корненожек и очень осторожно подогреть с тем, чтобы избежать бурных токов смеси, которые могут вынести объект за пределы покровного стекла. Смесь должна заполнить все пространство под покровным стеклом, не выступая за края его.

Непосредственно определение видов можно производить по раковинкам амёб при помощи практического руководства Ю.А. Мазей, А.Н. Цыганова «Пресноводные раковинные амёбы» [4].

Подсчет количеств раковинных амёб в водной суспензии грунта производят по следующей методике: 20 мл водной суспензии с известным разведением чистой водой вносится в чашку Петри, дно которой расчерчено на квадраты по 1 см<sup>2</sup>. Просмотр и подсчет раковин проводят под бинокулярным микроскопом МБС в 14 квадратах, выбранных крестообразно по диагонали чашки. Количество амёб в просмотренном объеме суспензии определяют по формуле:  $N/14 \times S$ , где  $N$  – число раковин в 14 квадратах,  $S$  – площадь дна чашки [5, с. 40].

#### *Литература*

1. Иманкулова И.А., Педуненко Е.Н., Лукьянцева Л.В. Бентосные пресноводные раковинные амёбы озера Боярское. / Естественные и математические науки в современном мире. Сб. ст. по материалам XIII междунар. науч.-практ. конф. №12 (12) Изд. «СибАК», 2013. С. 150–155.
2. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / Под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. М.: Наука, 1975. 35 с.
3. Мазей Ю.А., Цыганов А.Н. Пресноводные раковинные амёбы. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2006. 300 с.
4. Зеликман А.Л. Практикум по зоологии беспозвоночных. Издание 2-е. М.: Высшая школа, 1969. 335 с.
5. Гельцер Ю.Г., Корганова Г.А., Алексеев Д.А. Почвенные раковинные амёбы и методы их изучения. М.: Изд-во МГУ, 1985. 79 с.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ ПОЙМЕННЫХ ОЗЕР И НИЗИННЫХ БОЛОТ (БАССЕЙН РЕКИ ЧУЛЫМ)

*П. В. Масленников*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Научный руководитель: В. Н. Долгин, д.б.н., зав. каф. ОБИМОБ*

Бассейн р. Чулым имеет хорошо развитую пойму, которая в период весеннего половодья разливается на ширину до 10 км [1]. Пойма представлена озерами низкого и высокого уровня заливания и низинными болотами. Для этих водоемов характерно богатое видовое разнообразие пресноводных моллюсков [2]. Из всего малакофаунистического состава бассейна р. Чулым, в котором установлено 95 видов [3], в пойменных водоемах и низинных болотах насчитывает обитание 69 видов, что составляет 72,5 % от всего видового разнообразия пресноводных моллюсков.

Наиболее богатыми по видовому разнообразию моллюсков являются озера низкой поймы, (по сравнению с низинными болотами и озерами высокой поймы), здесь обнаружено обитание 67 видов моллюсков из 10 семейств: Unionidae – 1 вид; Sphaeriidae – 7; Pisidiidae – 2; Euglesidae – 13; Valvatidae – 6; Bithyniidae – 9; Acroloxidae – 1; Lymnaeidae – 15; Physidae – 1; Planorbidae – 14.

В озерах высокого уровня заливания обнаружено 33 вида пресноводных моллюсков из 9 семейств: Unionidae – 1 вид; Sphaeriidae – 4; Pisidiidae – 2; Euglesidae – 10; Valvatidae – 3; Bithyniidae – 4; Lymnaeidae – 5; Physidae – 1; Planorbidae – 3.

Наименьшее видовое развитие пресноводных моллюсков отмечается в низинных болотах, здесь установлено только два вида: *Lymnaea palustris* (Muell.) и *Armiger crista* (L.) (табл. 1).

Таблица 1

## Малакофауна пойменных озер и низинных болот бассейна р. Чулым

Видовой состав		Пойменные водоемы		
		Низкого уровня заливания	Высокого уровня заливания	Болота низкого уровня заливания
1		2	3	
Bivalvia				
Семейство Unionidae				
1	<i>Colletopterum ponderosum</i> (Siemaschko)	+	+	-
Семейство Sphaeriidae				
2	<i>Musculium johanseni</i> Tschcr.	+	-	-
3	<i>M. creplini</i> (Duker)	+	-	-
4	<i>Amesoda asiatica</i> (Mart.)	+	-	-
5	<i>Sphaerium corneum</i> (L.)	+	+	-
6	<i>S. levinodis</i> West.	+	+	-
7	<i>S. westerhundi</i> Cless. in West.	+	+	-
8	<i>S. capiduliferum</i> Lindh.	+	+	-
Семейство Pisidiidae				
9	<i>Pisidium amnicum</i> (Muell.)	+	+	-
10	<i>P. inflatum</i> (Moehlfeld in Porro)	+	+	-
Семейство Euglesidae				
11	<i>Tetragonocyclas baudoniana</i> (de Cessac)	+	+	-
12	<i>T. milium</i> (Held)	+	+	-
13	<i>Henslowiana henslowana</i> (Sheppard)	+	-	-
14	<i>H. polonica</i> (Anistr. et Str.)	+	-	-
15	<i>H. suecica</i> (Cless. in West.)	+	-	-
16	<i>Pulchelleuglesa acuticostata</i> (Star. et Korn.)	+	+	-
17	<i>P. pulchella</i> (Jenyns)	+	+	-
18	<i>Roseana borealis</i> Cless. in West.	+	+	-
19	<i>R. globularis</i> (Cless. in West.)	+	+	-
20	<i>Pseudeupera mucronata</i> (Cless. in West.)	+	+	-
21	<i>P. rotundotrigona</i> (Kriv)	+	+	-
22	<i>Cyclocalyx cor</i> (Star. et Str.)	+	+	-
23	<i>C. obtusalis</i> (C. Pf.)	+	+	-
Gastropoda				
Семейство Valvatidae				
24	<i>Cincinna depressa</i> (C. Pf.)	+	-	-
25	<i>C. pulchella</i> (Stud.)	+	+	-
26	<i>C. sibirica</i> (Midd.)	+	+	-

## Продолжение таблицы 1

27	<i>C. frigida</i> (West.)	+	-	-
28	<i>C. confusa</i> (West.)	+	-	-
29	<i>C. aliena</i> (West.)	+	+	-
Семейство Bithyniidae				
30	<i>Bithynia curta</i> (Garnier)	+	-	-
31	<i>B. tentaculata</i> (L.)	+	+	-
32	<i>Opisthorchophorus troscheli</i> (Paasch)	+	+	-
33	<i>O. abacumovae</i> (Andreeva et Str)	+	-	-
34	<i>O. hispanicus</i> (Servain)	+	-	-
35	<i>O. valvatoides</i> (Beriozkina et Str)	+	-	-
36	<i>Paraelona socialis</i> (West)	+	-	-
37	<i>Boreoelona sibirica</i> (West.)	+	+	-
38	<i>B. contortrix</i> (Lindh.)	+	+	-
Семейство Acroloxidae				
39	<i>Acroloxus oblongus</i> (Lightfoot, 1786)	+	-	-
Семейство Lymnaeidae				
40	<i>Lymnaea fragilis</i> (L.)	+	-	-
41	<i>L. stagnalis</i> (L.)	+	+	-
42	<i>L. truncatula</i> (Muell.)	+	-	-
43	<i>L. sibirica</i> (West.)	+	+	-
44	<i>L. terebra terebra</i> (West.)	+	+	-
45	<i>L. archangelica</i> Krug. et Star.	+	-	-
46	<i>L. palustris</i> (Muell.)	+	+	+
47	<i>L. atra atra</i> (Schranck)	+	+	-
48	<i>L. arachleica</i> (Krug et Str)	+	-	-
49	<i>L. tumida</i> (Heeld)	+	-	-
50	<i>L. jacutica</i> Star. et Str.	+	-	-
51	<i>L. dolgini</i> Gundr. et Star.	+	-	-
52	<i>L. napasica</i> (Krug et Str)	+	-	-
53	<i>L. zazurnensis</i> Mozley	+	-	-
54	<i>L. lagotis</i> (Schr.)	+	-	-
Семейство Physidae				
55	<i>P. adversa</i> (Costa)	+	+	-
Семейство Planorbidae				
56	<i>Planorbarius corneus</i> (L.)	+	+	-
57	<i>Armiger crista</i> (L.)	-	-	+
58	<i>Segmentina distinguenda</i> (Gredler)	+	-	-
59	<i>S. clessini</i> (West)	+	-	-
60	<i>Polypylis sibirica</i> Star. et Str.	+	+	-
61	<i>Planorbis planorbis</i> (L.)	+	-	-
62	<i>Anisus johanseni</i> (Mozley)	+	-	-
63	<i>A. vortex</i> (L.)	+	-	-

64	<i>A. leucostoma</i> (Millet)	+	-	-
65	<i>A. contortus</i> (L.)	+	-	-
66	<i>A. stroemi</i> (West.)	+	-	-
67	<i>A. draparnaldi</i> (Sheppard)	+	-	-
68	<i>A. acronicus</i> (Ferussac)	+	+	-
69	<i>A. sibiricus</i> (Dunker)	+	-	-
Количество видов		67	33	2

Преобладающими видами моллюсков по численности и частоте встречаемости в озерах низкой поймы являются: *Sphaerium corneum*, *Lymnaea stagnalis*, *Cincinna sibirica*, *C. aliena*, *Opisthorchophorus troscheli*, *Anisus vortex*.

В озерах высокой поймы доминирующими видами моллюсков являются: *Pisidium amnicum*, *C. aliena*, *L. stagnalis*.

Такое неравномерное распределение видового состава моллюсков, можно объяснить резким изменением условий обитания в разных типах пойменных водоемов.

Водоемы низкой поймы (Рубежинское, Подковное, Туталы и др.) имеют постоянную или почти постоянную связь с реками и каждый год в период весеннего паводка заливаются водой, что приводит к большим донным накоплениям илов и мелкого детрита. Водная и прибрежно-водная растительность, развита хорошо, представлена рдестом, осокой, белокрыльником болотным и хвощом,

Водоемы высокой поймы (Тиголда, Глубокое, Обрыв) постоянной связи с реками не имеют и затопляются в годы с очень большим паводком, поэтому вода здесь более застойная, и накопления илов происходит медленнее по сравнению с озерами низкого уровня заливания:

Низинные болота (Тегульдетское, Алтайской) представляют собой заболоченное редколесье с высоким уровнем воды глубиной до 70 см, что объясняется обилием осадков и питанием ключевой водой. Дно покрыто листовым опадом и мелким детритом.

Таким образом, наиболее богатыми по видовому разнообразию пресноводных моллюсков являются озера низкой поймы, в которых насчитывается 67 видов моллюсков, что составляет 97 % от всего видового состава моллюсков пойменных водоемов. В озерах высокой поймы установлено обитание 33 видов моллюсков – 49 %. Наиболее бедными по малакофаунистическому составу являются низинные болота, здесь обнаружено всего 2 вида моллюсков – 3 %.

### *Литература*

1. Долгин В.Н., Масленников П.В., Гребнев А.А., Роль моллюсков в зообентосе водоемов осетрово-нельмового заказника бассейна реки Чулым // Наука и образование в XXI веке. – Тамбов, 2013. – С. 88–91.
2. Долгин В.Н., Масленников П.В., Гребнев А.А. Биотопическое распределение пресноводных моллюсков в водоемах бассейна реки Чулым (Томская область) // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2: междунар. науч. интернет-журн. URL: [www.science-education.ru/116-12578](http://www.science-education.ru/116-12578) (дата обращения: 02.04.2014).
3. Долгин В.Н., Масленников П.В. Зоогеографическая характеристика малакофауны бассейна реки Чулым (среднесибирская провинция). Вестник Томского государственного педагогического университета. (В печати).

## **МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ**

*Г. С. Рядинская, Е. В. Кохонов*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Одним из приоритетных направлений экологических исследований, в настоящее время, является оценка и нормирование качества природной среды и оценка состояния популяций организмов, существующих в изменяющихся условиях [1]. Оценка состояния среды посредством биоиндикационных показателей дает возможность комплексной характеристики качества среды, находящейся под воздействием всего многообразия физических, химических и иных факторов [2]. Относительно новым методом оценки качества среды и состояния организмов, основанном на морфологических изменениях, которые происходят под действием множества факторов, является метод, опирающийся на представление о флуктуирующей асимметрии [3]. Интерес к изучению асимметрии неслучаен. Считается, что повышение показателя флуктуирующей асимметрии определяет «средовой стресс», отражает нестабильность онтогенеза и указывает на дестабилизацию процесса развития в популяции. Таким образом, данный показатель может быть использован как маркер реакции организма и популяции в целом на воздействие окружающей среды [4,5,6]. На сегодняшний день метод достаточно хорошо научно обоснован, широко освещен в научной печати и широко используется в системе эколо-



гического мониторинга [3,7,8,9]. Однако для расчета показателя флуктуирующей асимметрии предлагается множество математических подходов в связи с чем проблемой практического использования является выбор адекватного, удобного математического аппарата.

Цель работы – анализ наиболее распространенных методов расчета индекса флуктуирующей асимметрии.

Для расчета использованы выборки черепов красных полёвок (*Clethrionomys rutilus*) с территории Зырянского (n=26) и Кожевниковского (n=26) районов Томской области и обыкновенных буроzubок (*Sorex araneus*) из Кожевниковского района (n=31). Анализ проводился по парным промерам: длина верхнего зубного ряда, длина нижнего зубного ряда, длина нижней челюсти, длина резцового отверстия (у красных полёвок); длина верхнего ряда зубов, длина промежуточных зубов, высота прос. *Coronoideus* (у буроzubок).

Расчет показателей флуктуирующей асимметрии по комплексу метрических параметров произведен по формулам (таб.1) Leung, Forbes (1997); Захарова и др. (2000); Leung et al. (2000); Гелашвили и др. (2001,2004); Palmer, Strobeck (2003); Зориной, Коросова (2009).

Таблица 1

**Методы расчета индекса флуктуирующей асимметрии по комплексу признаков**

Автор индекса	Оценка одной особи по одному признаку	Оценка для одной особи по комплексу признаков	Интегральный индекс
Leung, Forbes	$f_{aij} =  L_{ij} - R_{ij} $	$f_{ai} = \sum_{j=1}^m  L_{ij} - R_{ij} $	$FA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{ai}$
Захаров и др.	$f_{aij} = \frac{ L_{ij} - R_{ij} }{(L_{ij} + R_{ij})}$	$f_{ai} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{ L_{ij} - R_{ij} }{(L_{ij} + R_{ij})}$	$FA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{ai}$
Leung et al.	$f_{aij} = \frac{ L_{ij} - R_{ij} }{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n  L_{ij} - R_{ij} }$	$f_{ai} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{ L_{ij} - R_{ij} }{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n  L_{ij} - R_{ij} }$	$FA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{ai}$
Гелашвили и др.	$f_{ai} = \frac{2 \cdot L_{ij} \cdot R_{ij}}{L_{ij}^2 + R_{ij}^2}$	$f_{ai} = \frac{2 \cdot \sum_{j=1}^m L_{ij} \cdot R_{ij}}{\sum_{j=1}^m (L_{ij}^2 + R_{ij}^2)}$	$FA = 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{ai}$
Palmer, Strobeck	$f_{aij} = \ln \left( \frac{L_{ij}}{R_{ij}} \right)$	$f_{ai} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \ln \left( \frac{L_{ij}}{R_{ij}} \right)$	$FA = S_{f_{ai}}^2$
Зорина, Коросов	$f_{aij} = (L_{ij} - M)/S$ $f_{aij} = (R_{ij} - M)/S$	$f_{ai} = \frac{(R_{ij} - M) - (L_{ij} - M)}{S}$	$FA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{ai}$

С точки зрения математического анализа флуктуирующая асимметрия выражается показателем асимметрии или индексом, который рассчитывается в несколько этапов. Для каждой  $n$ -особи по каждому  $n$ -признаку находят разницу между правой и левой стороной. Затем усредняют это значение по каждому признаку для всех особей выборки (вычисление дисперсии). Усредняя разницу между правой и левой стороной для всех признаков данной особи, получают интегральную оценку асимметрии для каждой особи. Последний этап вычисление средней по интегральным оценкам асимметрии каждой особи – это нахождение интегрального индекса асимметрии по всем признакам для всех особей.

Leung, Forbes (1997) для вычисления оценки флуктуирующей асимметрии предлагают первым этапом брать разницу между правой и левой стороной по модулю (абсолютное отличие  $|L - R|$ ), метод лучше всего работает на многочисленных выборках. В 1986 А.Р. Palmer и С. Strobeck на основе результатов экспериментов показали, что на малочисленных выборках наилучшей работоспособностью обладают оценки, основанные на обычном показателе отличия сторон  $(L - R)$  по сравнению с абсолютными отличиями  $|L - R|$ .

Методика подсчета индекса ФА разработанная В.М. Захаровым (2000) предусматривает преобразование абсолютной разности  $|L - R|$  в относительный показатель через пропорцию  $|L - R| / (L + R)$ , т.к. модуль приводит все значения отклонений билатеральных промеров в положительные и преобразует их распределение к правосторонней асимметрии.

Leung В. (2000) акцентирует внимание на отличии признаков друг от друга по процессам стабильности развития. Для того чтобы признаки вносили равноценный вклад в интегральную оценку, при расчете индивидуальных показателей автор вводит нормирование на среднюю величину асимметрии признака в выборке.

Гелашвили Д.Б. (2004) при вычислении индекса асимметрии предлагает проводить одновременно и суммирование, и нормирование отличий между сторонами по всем признакам.

Palmer R. и Strobeck С. (2003) рекомендуют вместо процедуры усреднения использовать простое суммирование при расчете показателя асимметрии особи по комплексу признаков.

Зорина А.А., Коросов А.В. (2009) разработали методику оценки флуктуирующей асимметрии на основе нормированного отклонения. Для расчета оценок асимметрии предлагается использовать базовый способ унификации статистических данных с помощью нормированного отклонения  $t = (x - M) / S$  (Hoel, 1947). При нормировании используются одни и те же значения средней величины конкретного признака (M) и стандартного отклонения (S), рассчитанные по данным промеров обеих сторон объекта исследования.

Расчет индексов флуктуирующей асимметрии метрических признаков исследуемых популяций мелких млекопитающих, произведенный по формулам разных авторов показал, что получаемые значения показателей могут существенно различаться (таб. 2).

Таблица 2

**Интегральные индексы флуктуирующей асимметрии черепных метрических признаков двух видов млекопитающих с территорий Зырянского и Кожевниковского районов Томской области**

Автор индекса	Интегральные индексы		
	Красная полевка Зырянский р-н	Красная полевка Кожевниковский р-н	Обыкновенная бурозубка Кожевниковский р-н
Leung, Forbes	1,9	0,7	1,03
Захаров и др.	0,03	0,02	0,05
Leung et al.	3,9	4	3
Гелашвили и др.	-2,9	-3,7	-1,9
Palmer, Strobeck	1,36	0,0003	1,9
Зорина, Коросов	0,01	0,01	0,28

Более высокими значениями интегральных индексов характеризуется расчет по формулам Leung, Forbes и Leung et al. Принимая во внимание, тот факт, что отлов исследуемых животных был произведен на условно «чистых» территориях, есть основания считать, что полученные результаты не отражают реальную экологическую ситуацию. Отрицательные значения индексов были получены при использовании формулы Д.Б. Гелашвили и др. В литературе индексы со знаком минус не найдены. Однако, по модифицированной балльной шкале предложенной Д.Б. Гелашвили и И.В. Мокровым (1999), полученные нами индексы соответствует условной норме = <0.037. Неоднозначные результаты получены при использовании метода Palmer, Strobeck. С одной стороны несколько завышены, на наш взгляд, индексы у обыкновенных

бурозубок и красных полевок из Зырянского района и занижены показатели у красных полевок из Кожевниковского района. Следует отметить, что данный метод разработан для расчета асимметрии неметрических признаков и, по всей видимости, не предназначен для анализа метрических.

Близкие значения индексов получены в ходе расчетов данных по формулам Захарова с соавторами и Зориной, Коросова. По шкале В. М. Захарова, территории отлова животных соответствуют значению «условно чистые», что на наш взгляд, отражает реальную ситуацию. Следует отметить положительные стороны методики Захарова – метод работает на небольших по численности выборках, используются достаточно простые математические вычисления, автором разработаны шкалы интерпретации результатов, адаптированные к различным систематическим группам организмов, в том числе для млекопитающих.

Таким образом, результаты анализа наиболее распространенных математических методов расчета флуктуирующей асимметрии метрических признаков свидетельствуют, что получаемые интегральные показатели существенно зависят от методологии расчета. Наиболее удобными (простота расчета, возможность использования малых выборок и т. д.) являются расчеты по методам, предложенным В.М. Захаровым, А.А. Зориной, А.В. Коросовым.

#### *Литература*

1. Стрельцов А.Б., Захаров В.М. Региональная система биологического мониторинга на основе анализа стабильности развития / Использование и охрана природных ресурсов в России. М. : Наука, 2003. № 4–5. С. 25–30.
2. Захаров В.М., Кларк Д.М. Биотест / Интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов. М. : Московское отд. Международного фонда «Биотест», 1993.
3. Захаров В.М., Крысанов Е.Ю., Пронин А.В. Методология оценки здоровья Среды. М. : Наука, 1996. 170 с.
4. Амшокова, А.Х. Изменчивость краниометрических признаков малой лесной мыши (*Sylvaeumus uralensis pall.*) в предгорных и среднегорных экосистемах Центрального Кавказа, загрязненных тяжелыми металлами / Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. Вып. 12 (106). С. 9–15.
5. Гавриков Д.Е. Асимметрия билатеральных признаков позвоночных животных / Бюл. ВСНЦ СО РАМН. М. : 2007. Т. 54 № 2. С. 26–28.

6. Васильев А.Г., Васильева И.А., Большаков В.Н. Феногенетическая изменчивость и методы ее изучения. Учебное пособие. Екатеринбург : Изд-во Уральского университета, 2007. 279 с.
7. Захаров В.М. Ассиметрия животных (популяционно-фенологический подход). М. : Наука, 1987. 216 с.
8. Palmer A.R., Strobeck C. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns // Annual Review of Ecology and Systematics. 1986. Vol. 17. P. 391–421.
9. Palmer A.R., Strobeck C. Fluctuating asymmetry analyses revisited // Developmental instability: causes and consequences. N.Y.: Oxford Univ. Press. 2003. P. 279–319.
10. Leung B., Forbes M.R. Modelling fluctuating asymmetry in relation to stress and fitness // Oikos. 1997. N 78. P. 397–405.
11. Leung B., Forbes N.R., Houle D. Fluctuating asymmetry as a bioindicator of stress: comparing efficacy of analyses involving multiple traits // The American naturalist. 2000. Vol. 155. N 1. P. 101–115.
12. Зорина А.А., Коросов А.В. Изменчивость показателей и индексов асимметрии признаков листа в кроне *Betula pendula* (Betulaceae) / Ботанический журнал. М. : 2009. Т. 94. № 8. С. 1172–1192.
13. Гелашвили Д.Б., Якимов В.Н., Логинов В.В., Епланова Г.В. Статистический анализ флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков разноцветной ящурки // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии: Сборник научных трудов. Тольятти. 2004. Вып. 7. С. 45–59.

# БИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ И МИКРООРГАНИЗМОВ

---

## ПРОДУКТИВНОСТЬ *LACTUCA SATIVA* L. ПОД ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ ПЛЕНКОЙ

С. А. Агаева, В. Н. Тишкина

Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия

Научный руководитель: Н. С. Зеленчукова, к.б.н., доц.

В условиях защищенного грунта для выращивания сельскохозяйственных растений в весенне-летний период используется солнечная энергия. В качестве укрывного материала сельскохозяйственных сооружений закрытого грунта наиболее широко применяются полиэтиленовые пленки [1, 2]. Во многих странах производят модифицированные полиэтиленовые пленки, обладающие рядом улучшенных свойств. Одной из перспективных модификаций полимерных пленок, используемых в сельском хозяйстве для выращивания культурных растений в закрытом грунте, является *флуоресцентная* пленка. Такие пленки за счет введения в их состав люминофоров на основе соединений редкоземельных элементов преобразуют часть УФ излучения в видимое. Наиболее широкое применение среди них нашли пленки, преобразующие часть УФ излучения в красную область спектра [3–5]. Использование таких пленок позволяет увеличивать урожайность выращиваемых культур на 10-50% [3–7].

*Цель работы* – исследование изменения продуктивности *Lactuca sativa* L. сортов Лолла Росса и Московский парниковый при выращивании под флуоресцентной пленкой с максимумом люминесцентного излучения 619 нм.

*Методика.* В качестве объекта исследования было выбрано растение *Lactuca sativa* L. (семейство *Asteraceae*). Испытания проводили на агробиологической станции Томского педагогического университета (ТГПУ) в течение 30 суток. Растения *L. sativa* L. выращивали в сооружениях защищенного грун-

та арочного типа размером 1×1 м, высотой 0,6 м. В качестве укрывного материала использовали: немодифицированную (ПЭ, контроль) и флуоресцентную (Л-50, опыт) полиэтиленовые пленки. В состав опытной пленки был введен неорганический люминофор с максимумом люминесцентного излучения 619 нм. В качестве грунта использовали почвенную смесь, состоящую из равных количеств перегнойя, чернозема и торфа.

В процессе роста и развития растений отмечали фенологические фазы периодов роста: прорастание семян, всходы, появление первой пары и последующих настоящих листьев. В разные периоды роста и развития проводили измерения морфометрических параметров. Для определения сырой массы растений вынимали из грунта, корневую систему промывали водой, затем взвешивали на аналитических весах с точностью 0,1 мг. Для определения массы сухого вещества растения высушивали до постоянного веса при температуре 103°-105°С и взвешивали. Подсчет количества листьев проводили арифметическим счетом листовых пластинок. Площадь поверхности листьев определяли бумажно-весовым методом. Продуктивность растений определяли по приросту их биомассы.

Статистическую обработку экспериментальных результатов осуществляли с помощью программы «Excel», при 95%-м уровне надежности (уровень значимости – 0,05). На рисунках приведены средние арифметические значения с двусторонним доверительным интервалом для десяти растений трех независимых экспериментов.

*Результаты и обсуждение.* Результаты исследования показали различные ответы *Lactuca sativa* L. в зависимости от используемого сорта. Первые три недели достоверных отличий в ростовых параметрах опытных и контрольных растений *Lactuca sativa* L. Лолла Росса и Московский парниковый не наблюдали. В дальнейшем отметили ускоренное развитие растений обоих сортов под флуоресцентной пленкой, что проявилось в увеличении морфометрических параметров. Так, у *L. sativa* L. Лолла Росса после 30 суток выращивания под пленкой Л-50 наблюдали увеличение количества листьев на 22% по сравнению с контролем. Что было сопряжено с увеличением сырой и сухой биомассы по сравнению с контрольными растениями – на 36% и 75% соответственно (рис. 1–3).

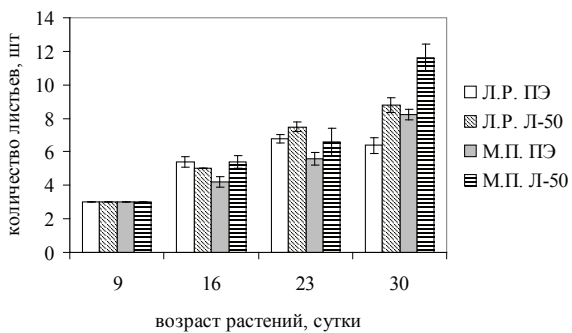


Рис. 1. Динамика изменения количества листьев *Lactuca sativa* L. Лолла Росса (Л.Р.) и Московский парниковый (М.П.) при выращивании под немодифицированной (ПЭ) и флуоресцентной (Л-50) полиэтиленовыми пленками

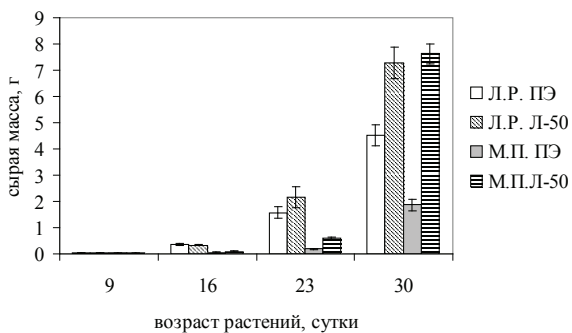


Рис. 2. Динамика изменения сырой массы *Lactuca sativa* L. Лолла Росса (Л.Р.) и Московский парниковый (М.П.) при выращивании под немодифицированной (ПЭ) и флуоресцентной (Л-50) полиэтиленовыми пленками



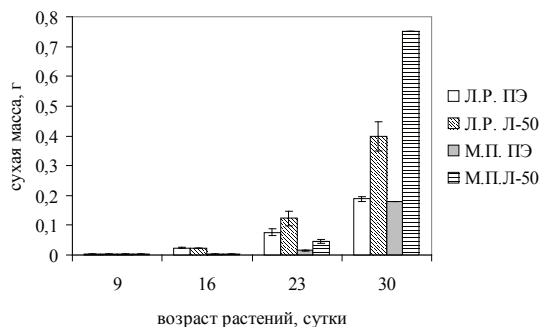


Рис. 3. Динамика изменения сухой массы *Lactuca sativa* L. Лолла Росса (Л.Р.) и Московский парниковый (М.П.) при выращивании под немодифицированной (ПЭ) и флуоресцентной (Л-50) полиэтиленовыми пленками

Увеличение продуктивности *L. sativa* L. Лолла Росса под флуоресцентной пленкой было сопряжено с усиленным ростом листовых пластинок. Так, площадь ассимилирующей поверхности листьев под флуоресцентной пленкой увеличилась на 31% по сравнению с контролем (рис. 4). Более интенсивное развитие растений под флуоресцентной пленкой можно объяснить увеличением доли красного света за счет введения в ее состав люминофора. Известно, что красный свет стимулирует общее развитие растений, усиливает растяжение клеток листовой пластинки и накопление полисахаридной массы [8, 9].

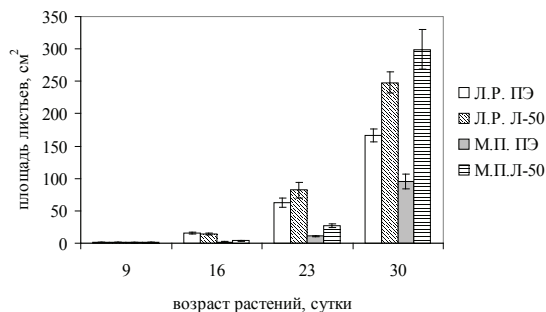


Рис. 4. Динамика изменения площади листьев *Lactuca sativa* L. Лолла Росса (Л.Р.) и Московский парниковый (М.П.) при выращивании под немодифицированной (ПЭ) и флуоресцентной (Л-50) полиэтиленовыми пленками

Таким образом, продуктивность *L. sativa* Лолла Росса при выращивании под пленкой Л-50 выше, чем под немодифицированной пленкой.

При выращивании *L. sativa* L. Московский парниковый под флуоресцентной пленкой увеличение количества листьев наблюдали на 16 и 30 сутки – на 11% и 27% соответственно (рис. 1). Что сопровождалось резким увеличением сырой массы на 23 и 30 сутки – в 2,6 и в 3,5 раза соответственно по сравнению с контролем (рис. 2). Увеличение сырой массы у *L. sativa* L. при выращивании под флуоресцентной пленкой сопряжено с накоплением массы сухого вещества на 23 и 30 сутки – в 2,2 раза и 4,2 раза соответственно (рис. 3). Что можно объяснить влиянием дополнительного красного света, который, как известно, стимулирует развитие полисахаридной массы растений [8].

Увеличение сырой массы и количества листьев сопровождалось усиленным ростом листовых пластинок. Так, на 23 и 30 сутки при выращивании *L. sativa* под флуоресцентной пленкой наблюдали увеличение площади листьев в 2,1 раза и 2,5 раза соответственно (рис. 4).

Таким образом, выращивание *L. sativa* сорта Московский парниковый под флуоресцентной пленкой способствует увеличению продуктивности растения в 3,5 раза, что связано с увеличением доли красного света в общем потоке радиации.

**Заключение.** Применение флуоресцентной пленки с добавкой неорганического люминофора, люминесцирующего в красной области спектра с максимумом люминесцентного излучения 619 нм, способствует повышению продуктивности *L. sativa* L. Лолла Росса и Московский парниковый на 36% и в 3,5 раза соответственно.

Увеличение продуктивности *L. sativa* L. сопряжено с интенсивным ростом и развитием растений, что связано с увеличением доли красного свет в общем потоке радиации.

#### *Литература*

1. Никулина Е.П., Смирнова Т.Н. Современное состояние потребления пластмасс в сельском хозяйстве капиталистических стран // Хим. промышленность за рубежом. 1986. № 9. С. 28-44.
2. Brown R.P. Polymers in agriculture and horticulture // Rapra Review Reports. 2004. V. 15. № 2. P. 1–92.

3. Головацкая И.Ф., Райда В.С., Лещук Р.И. и др. Физиолого-биохимические особенности роста и продуктивность растений овощных культур при выращивании под светокорректирующими пленками // Сельскохозяйственная биология. 2002. № 5. С. 47–51.
4. Астафурова Т.П., Верхотурова Г.С., Зайцева Т.А., Викторова И.А., Зотикова А.П., Аминов Р.И. Особенности роста и развития растений огурца при выращивании под светокорректирующими пленками // Сельскохозяйственная биология. 2003. № 5. С. 44–48.
5. Минич А.С., Минич И.Б., Шайтарова О.В., Пермякова Н.Л., Райда В.С. Использование фотолюминесцентной и гидрофильной пленки для повышения продуктивности огурца посевного в защищенном грунте // Известия самарского научного центра Российской академии наук. 2009. Т. 11, № 1(2). С. 97–102.
6. Zhang Y., Gauthier L., Halleux D. Effect of covering materials on energy consumption and greenhouse microclimate // Agricultural and Forest Meteorology. 1996. V. 82. P. 227–244.
7. Минич А.С., Минич И.Б., Зеленьчукова Н.С., Райда В.С. Особенности роста растений и продуктивность у гибрида огурца при выращивании под фотолюминесцентной и гидрофильной пленками // Сельскохозяйственная биология. 2010. № 1. С. 81–85.
8. Кахнович Л.И. Фотосинтетический аппарат и световой режим. Минск: Изд-во БГУ, 1980. 144 с.
9. Карначук Р.А., Гвоздева Е.С. Влияние света на баланс фитогормонов и морфогенез в культуре ткани зародышей пшеницы // Физиология растений. 1998. № 2. С. 289–295.

## **ДИНАМИКА ИНВЕРТАЗНОЙ АКТИВНОСТИ В ЭВТРОФНЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ БОЛОТА ТАГАН**

*Т. А. Баталова, О. А. Голубина, Е. В. Порохина*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Торфяные почвы являются продуктом особого органо-аккумулятивного почвообразования и образуются в результате замедленной минерализации и гумификации растений-торфообразователей, вызванной избыточным увлажнением и недостатком кислорода воздуха. Для рационального использования торфяных почв необходимо изучать их свойства и функционирование. Одним из показателей биологического состояния торфяных почв является их ферментативная активность [1-3]. В почве ферменты участвуют в трансформации органического вещества, мобилизации макро- и микроэлементов. Поэтому,

как полагают некоторые исследователи [3-6], относительный уровень ферментативной активности почв диагностирует интенсивность и направленность почвообразовательных процессов, как в естественных условиях, так и при различных антропогенных воздействиях на почву

Активность инвертазы является показателем интенсивности минерализации легкогидролизуемых углеводов. Известно, что инвертазная активность в торфяных почвах находится в зависимости от ботанического и химического состава торфов, слагающих торфяной профиль и гидротермических условий в торфяных почвах [2, 3, 7].

Целью работы является изучение динамики инвертазной активности эвтрофных торфяных почв болота Таган.

**Объекты и методы исследований.** Объектом исследований послужили эвтрофные торфяные почвы болота Таган (Томский район, Томская область). Для изучения инвертазной активности были выбраны торфяные почвы двух пунктов наблюдений.

Пункт 1 представляет собой естественный участок. Торфяной профиль достигает мощности 3 м и подстилается заиленными песками. В его основании располагается слой древесно-травяного торфа, выше идет торфяной торф (250–275 см), папоротниковый (225–250 см), древесный (200–225), осоковый (175–200 см), древесно-травяной (150–175 см). Верхние слои представлены торфами травяной группы.

Пункт 2 представляет собой участок с агролесомелиорацией, где мощность торфяных почв составляет около 3 м. Вдоль участка проведены борозды глубиной 0,5 м и расстоянием между бороздами 2-3-4 м. В основании торфяного профиля, подстилаемого заиленными песками, залегает слой древесного торфа (175–200 см), затем идут древесно-травяные торфа (50–175 см), частично определенные как вахтовые (50–100 см). С поверхности почвы сформированы травяным (25–50 см) и древесным торфом (0–25 см).

В почвах пунктов наблюдений отмечается тенденция увеличения степени разложения вглубь по торфяному профилю (от 25 до 55 %). В целом торфяные почвы болота Таган характеризуются как нормальноезольные. Более подробное описание пунктов наблюдений приведено в работе [8].

Для изучения динамики инвертазной активности торфяных почв на пунктах в мае, июле и сентябре 2012 года проводился отбор проб торфа на анализ торфяным буром ТБГ-1 через каждые 25 см на всю глубину торфяного профиля до минерального грунта. Инвертазная активность торфяных почв определялась в трехкратной повторности по методу Щербаковой Т.А. [3, 9] и измерялась в мг глюкозы на 1 г сухого торфа за 4 часа (далее по тексту – ед.). Параллельно с инвертазной активностью в торфяных почвах определялась влажность [10]. Полученные результаты обработаны статистически при помощи программы Microsoft Excel с доверительным интервалом 0,95.

**Результаты и обсуждение.** Известно, что активность почвенных ферментов подвержена сезонной изменчивости, что, прежде всего, объясняется неодинаковыми гидротермическими условиями, определяется химическими и физико-химическими свойствами почв, содержанием органического вещества, жизнедеятельностью микроорганизмов и т. д. [1, 4, 6, 7, 9, 11].

Динамика инвертазной активности торфяных почв изучалась в течение вегетационного периода 2012 года, который можно охарактеризовать как засушливый (ГТК равен 1,06). Особенностью вегетационного периода были очень сухие и жаркие июнь и июль.

Анализ полученных данных показал, что в торфяных почвах болота Таган в течение вегетационного периода инвертазная активность варьировала в очень широких пределах от 8,12 до 526,66 ед., при среднем значении 124,19 ед. С глубиной, по мере уменьшения содержания легкогидролизуемых веществ и ухудшением гидротермических условий в торфяных почвах, активность фермента снижалась, что соответствует литературным данным.

Среди исследуемых торфяных почв активность инвертазы была в среднем в 1,4 раза выше на участке с агролесомелиорацией (пункт 2), что свидетельствует о более интенсивной минерализации органического вещества торфа (Рис. 1). Это объясняется, прежде всего, лучшими условиями аэрации торфяных почв пункта 2 (уровень болотных вод в течение вегетационного периода поддерживался в пределах от (-25 см) до (-95 см) от поверхности почвы). При этом процессы разложения

углеводов активно протекали в верхнем двухметровом слое торфяного профиля пункта 2, что подтверждается значениями инвертазы (68,03 – 307,17ед.). В то время как в торфяных почвах естественного участка пункта 1, где уровень болотных вод не опускался глубже отметки (-55 см), наиболее активно гидролиз углеводов происходит в верхнем метровом слое.

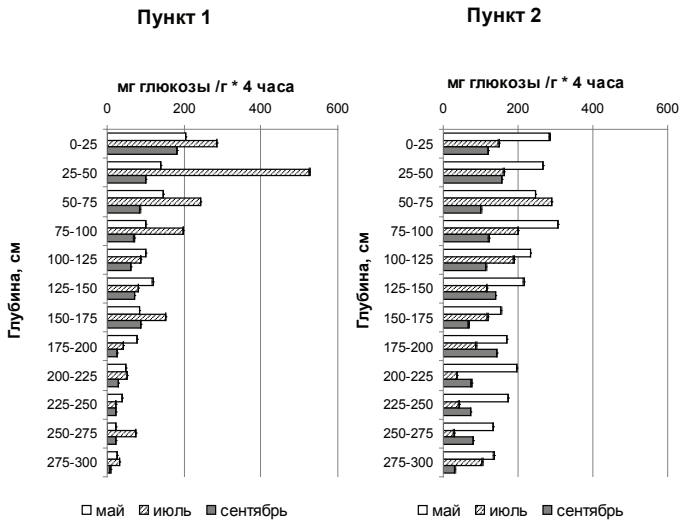


Рис. 1. Динамика инвертазной активности в эвтрофных торфяных почвах болота Таган (2012 г.)

Следует подчеркнуть, что динамика активности инвертазы в торфяных почвах исследуемых участков различалась. В торфяных почвах естественного участка (пункт 1) максимальное проявление инвертазной активности по всему профилю наблюдалось преимущественно в самый жаркий и сухой период – в июле. Особенно отчетливо это прослеживалось в верхнем, хорошо аэрируемом метровом слое торфяного профиля, в то время как в мае и сентябре показатели инвертазы были значительно ниже. Аналогичная динамика отмечалась на естественном участке болота Таган в погодных условиях 2009 года, который отличался теплым и влажным летом [11]. В торфяных почвах с агролесомелиорацией,

в слое 0–175 см в сезонной динамике инвертазы выделялся весенний максимум, когда отмечались наибольшая влажность в сочетании с невысокими температурами почвы. По мере интенсивного прогревания почвы и уменьшения влагозапасов в профиле, активность фермента снижалась в засушливом июле и продолжала снижаться к сентябрю. В более глубоких горизонтах наблюдалась иная динамика инвертазной активности – весенний и осенний максимумы и летний минимум. Таким образом, в торфяных почвах участка с агролесомелиорацией, особенно в верхней части торфяного профиля инвертазная активность лимитировалась влажностью. Ранее весенний максимум инвертазы в осушенных, а также частично выработанных торфяных почвах в сухие годы отмечали и другие исследователи [7].

В целом результаты исследований инвертазной активности эвтрофных торфяных почв болота Таган соответствуют литературным данным [1, 4, 7, 11]. Вместе с тем следует подчеркнуть, что исследуемые торфяные почвы отличались более высокой инвертазной активностью, чем осушенные и не используемые в культуре торфяные почвы Беларуси и Западной Сибири.

**Заключение.** Результаты проведенных исследований показали, что инвертазная активность в эвтрофных торфяных почвах болота Таган изменялась в широких пределах (от 8,12 до 526,66 ед.), снижаясь с глубиной.

Среди торфяных почв исследованных участков более интенсивно минерализация легкогидролизуемых углеводов происходила в хорошо аэрируемых торфяных почвах пункта 2, где была проведена агролесомелиорация, о чем свидетельствуют показатели инвертазной активности.

Динамика инвертазной активности определялась погодными и гидротермическими условиями в торфяных почвах. В торфяных почвах естественного участка (пункт 1) в засушливый вегетационный период 2012 года выделялся летний максимум активности инвертазы. В почвах, где была проведена агролесомелиорация (пункт 2), наибольшее проявление активности фермента наблюдалось весной.

### *Литература*

1. Купревич В. Ф. Почвенная энзимология // Научные труды: В 4 т. Минск: Наука и техника, 1974. Т.4. 404 с.
2. Савичева О. Г. Инишева Л. И. Ферментативная активность торфяных почв // Сибирский экологический журнал. 2000. № 5. С. 607–614.
3. Инишева Л. И., Ивлева С. Н., Щербакова Т. А. Руководство по определению ферментативной активности торфяных почв и торфов. Томск: Изд-во Томского ун-та, 2003. 122 с.
4. Ефремова Т. Т. Формирование почв при естественном облесении осушенных болот. Новосибирск: Наука, 1975. 125 с.
5. Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 1990. 189 с.
6. Славина Т. П., Инишева Л. И. Биологическая активность почв Томской области. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1987. 216 с.
7. Инишева Л. И., Порохина Е. В., Аристархова В. Е., Боровкова А. Ф. Выработанные торфяные месторождения, их характеристика и функционирование. Томск: Изд-во ТГПУ, 2007. 225 с.
8. Инишева Л. И., Виноградов В. Ю., Голубина О. А., Ларина Г. В., Порохина Е. В., Шинкеева Н. А., Шурова М. В. Болотные стационары Томского государственного педагогического университета: коллективная монография. Томск.: Изд-во ТГПУ, 2010. 148 с.
9. Щербакова Т. А. Ферментативная активность и трансформация органического вещества. Минск: Наука и техника, 1983. 221 с.
10. ГОСТ 28245-89. Торф. Методы определения влажности. Введ.01.01.84. без ограничения срока действия. М.: Изд-во стандартов, 1983. 7 с.
11. Старикова Е. Ю., Голубина О. А., Порохина Е. В. Инвертная активность торфяных почв болота Таган // Болота и биосфера: Материалы Седьмой Всероссийской с международным участием научной школы (13–15 сентября 2010 г., Томск). Томск: Издательство Томского государственного педагогического университета, 2010. С. 247–250.

## **ПРОДУКТИВНОСТЬ *LACTUCA SATIVA* L. В СВЕТОКУЛЬТУРЕ ПОД ЛАВСАНОВЫМИ СВЕТОФИЛЬТРАМИ**

*Е. Н. Белова, И. Б. Минич*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Выращивание растений в условиях светокультуры, является одним из наиболее информативных приемов для изучения их биологических реакций при воздействии светового потока. Одним из возможных способов управления ростом и развитием растений в условиях искусственного излучения является использование различных полимерных пленок, которые



способны корректировать спектральный состав искусственного источника света (Тихомиров, 2000). В настоящее время в сельском хозяйстве для укрытия теплиц используют различные полимерные пленки с целью оптимизации условий выращивания растений (Карасев, 2002; Минич, 2011). Одними из таких материалов, являются пленки из лавсана. Однако данные по росту и развитию сельскохозяйственных культур под такими пленками изучены недостаточно.

Целью работы – выявление изменение продуктивности салата посевого (*Lactuca sativa* L.) под лавсановыми пленками в условиях светокультуры.

**Методика.** В качестве объекта исследования было выбрано растение из семейства астровые (Asteraceae) – салат посевной (*Lactuca sativa* L.) сорта 'Мама Мия'. Салат выращивали в светокультуре до технической спелости в лаборатории «Полимерные материалы для фотобиологии» биолого-химического факультета Томского государственного педагогического университета (ТГПУ). При культивировании растений использовали почвенный метод.

Семена салата высевали в невысокие предварительно дренированные ёмкости с грунтом и проращивали. Полив производили капиллярным способом. Растения выращивали с фотопериодом 16 часов в двух различных световых условиях. Источником освещения служили лампы ДРИЗ. В первом варианте (контроль) растения выращивали под немодифицированной лавсановой пленкой (НЛ) с интенсивностью 122 Вт/м<sup>2</sup>, во втором (опыт) – под модифицированной лавсановой пленкой (МЛ) с интенсивностью 100 Вт/м<sup>2</sup>. Модифицированная лавсановая пленка покрыта слоем металлизированного пигмента, вследствие чего уменьшается способность пропускать ФАР и ИК. Фотофизические свойства пленки представлены табл. 1. Для проведения морфометрических измерений растений *Lactuca sativa* L. в динамике (через 7 суток) подсчитывали количество листьев, измеряли сырую, сухую массу растений и площадь листьев (семядольных и настоящих). Содержание редуцирующих сахаров определяли в динамике через 7 суток. Подсчет количества настоящих листьев проводили арифметическим счетом листовых пластинок. Для определения сырой массы листьев растения среднего размера вынимали из почвы, корневую

систему промывали водой, затем взвешивали на электронных весах с точностью 0,01 г. Для определения массы сухого вещества растения высушивали в сушильном шкафу при температуре 103-105°C в течение 3-4 часов до постоянного веса и взвешивали на аналитических весах. Площадь поверхности листьев (S) определяли бумажно-весовым методом.

Таблица 1

**Некоторые фотофизические свойства немодифицированной (НЛ) и модифицированной (МЛ) лавсановой пленок**

Пленка		Пропускание излучения, %	
		ФАР	ИК
наименование	толщина, мкм		
Немодифицированная лавсановая пленка (НЛ)	120	90	90
Модифицированная лавсановая пленка (МЛ)	120	75	75

Для статистической обработки экспериментальных результатов программу «Excel» при 95%-м уровне надежности. В таблицах приведены средние арифметические значения с двухсторонним доверительным интервалом для 10-ти растений в трех независимых экспериментах.

**Результаты и обсуждение.** Исходя из того, что немодифицированная лавсановая пленка в области ФАР и ИК пропускает 90% излучения, а модифицированная пленка в тех же областях излучения 75% нельзя сделать однозначного предположения, под какой пленкой ростовые реакции *Lactuca sativa* L. будут происходить интенсивнее. Результаты исследований при выращивании салата показали, что первые три недели достоверных различий в росте и развитии растений не наблюдали. Однако на 28 сутки число листьев у растений, выращенных под МЛ, было достоверно больше в 1,2 раза. В дальнейшем к концу технической спелости растений (35-е сутки) число листьев, как у опытных, так и у контрольных растений было одинаковым. Площадь поверхности листьев *Lactuca sativa* L. первые три недели исследований достоверно не изменялась во всех вариантах исследований. В дальнейшем на 28-е и 35-е сутки отметили меньшую площадь поверхности листьев у опытных растений по сравнению с контрольными в 1,1 раза (табл. 2). При этом большая площадь поверхности листьев (28-е и 35-е сутки) у контрольных растений не связана с увеличением числа листьев, а определяется только увеличением их размеров (табл. 3).

Таблица 2

Динамика числа листьев *Lactuca sativa* L. 'Мама Мия', под немодифицированной и модифицированной лавсановой пленками

Время от начала проращивания, сутки	Число листьев, шт	
	Контроль (НМ)	Опыт (МЛ)
7	3.0 ± 0.001	3.0 ± 0.001
14	4.0 ± 0.01	4.0 ± 0.01
21	6.0 ± 0.05	6.0 ± 0.01
28	6,4 ± 0.35	7.8 ± 0.3
35	8.4±0,35	8.4±0.35

Таблица 3

Динамика площади поверхности листьев *Lactuca sativa* L. 'Мама Мия' под немодифицированной и модифицированной лавсановой пленками

Время от начала проращивания, сутки	Площадь поверхности листьев, см <sup>2</sup>	
	Контроль (НМ)	Опыт (МЛ)
7	1.4 ± 0.2	1.6 ± 0.1
14	12,2 ± 0.8	8.1 ± 0.3
21	43,4 ± 5,4	39.0 ± 2,6
28	82,8 ± 7,7	74.3 ± 2.9
35	176,3±0,8	159.6±7.6

Площадь ассимилирующей поверхности была сопряжена с показателями сырой и сухой биомассы растений: сырая биомасса надземной и подземной частей салата, выращенного под НЛ по сравнению с растениями, выращенными под МЛ первые три недели достоверных изменений не наблюдалось, в дальнейшем на 28-е и 35-е сутки, сырая биомасса надземной части была больше в 1,2 раза, а сухая биомасса побега в 1,2 и 1,3 раза больше соответственно (табл. 4, 5).

Сырая и сухая биомасса подземной части коррелировала с надземной биомассой растений. Так, например, первые три недели сырая масса корней не изменялась как у контрольных, так и у опытных растений. В дальнейшем на 28-е и 35-е сутки сырая биомасса корней контрольных растений была больше в 1,4 раза и 1,5 раза соответственно. Сухая масса корней также первые три недели не изменялась в дальнейшем, на 28-е и 35-е сутки сухая биомасса корней контрольных растений была больше в 1,3 раза и 2 раза соответственно (табл. 6, 7).

Таблица 4  
Динамика сырой биомассы побега *Lactuca sativa* L. 'Мама Мия', под немодифицированной и модифицированной лавсановой пленками

Время от начала проращивания, сутки	Сырая биомасса побега, г	
	Контроль (НМ)	Опыт (МЛ)
7	0.034 ± 0.004	0.031 ± 0.0002
14	0.142 ± 0.01	0.108 ± 0.06
21	0.6 ± 0.09	0.4 ± 0.03
28	1.6 ± 0.12	1.5 ± 0.06
35	3.8 ± 0.29	3.2 ± 0.17

Таблица 5  
Динамика сухой биомассы побега *Lactuca sativa* L. 'Мама Мия', под немодифицированной и модифицированной лавсановой пленками

Время от начала проращивания, сутки	Сухая биомасса побега, г	
	Контроль (НМ)	Опыт (МЛ)
7	0.002 ± 0.0001	0.002 ± 0.0001
14	0.0075 ± 0.0008	0.005 ± 0.003
21	0.035 ± 0.005	0.024 ± 0.002
28	0.08 ± 0.001	0.06 ± 0.005
35	0.22 ± 0.016	0.18 ± 0.01

Таблица 6  
Динамика сырой массы корней *Lactuca sativa* L. 'Мама Мия', под немодифицированной и модифицированной лавсановой пленками

Время от начала проращивания, сутки	Сырая биомасса корней, г	
	Контроль (НМ)	Опыт (МЛ)
7	0.001 ± 0.0001	0.001 ± 0.0001
14	0.005 ± 0.01	0.005 ± 0.01
21	0.03 ± 0.006	0.01 ± 0.005
28	0.09 ± 0.007	0.07 ± 0.0005
35	0.3 ± 0.03	0.2 ± 0.008

Таким образом, данные исследования показали, что под немодифицированной лавсановой пленкой интенсифицируются процессы роста и развития *Lactuca sativa* L. 'Мама Мия', что приводит к большей продуктивности растений. Такая ответная реакция растений связана с большим пропусканием ФАР и ИК излучения немодифицированной пленки по сравнению с модифицированной лавсановой пленкой в условиях светокультуры.

Таблица 7

**Динамика сухой биомассы корней *Lactuca sativa* L. 'Мама Мия', под немодифицированной и модифицированной лавсановой пленками**

Время от начала проращивания, сутки	Сухая биомасса корней, г	
	Контроль (НМ)	Опыт (МЛ)
7	0.0001 ± 0.00001	0.0001 ± 0.00001
14	0.0005 ± 0.0001	0.0004 ± 0.0001
21	0.002 ± 0.0001	0.0014 ± 0.0001
28	0.004 ± 0.0005	0.001 ± 0.0004
35	0.02 ± 0.001	0.01 ± 0.003

### *Литература*

1. Тихомиров А.А., Шарупич В.П., Лисовский Г.М. Светокультура растений. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. 213 с.
2. Карасев В.Е. Новые полимерные светотрансформирующие материалы для солнечной энергетики Вестник Дальневосточного отделения РАН, 2002. №3. С.51–60.
3. Минич А.С. Экологические и морфофизиологические особенности продуктивности растений под флуоресцентными пленками: дисс. докт. биол. наук / Минич А.С. 2011. 325 с. (табл. 2)

## **АКТИВНОСТЬ АЛКОГОЛЬДЕГИДРОГЕНАЗЫ В КОРНЯХ И ЛИСТЯХ КОРМОВЫХ ТРАВ В УСЛОВИЯХ ЗАТОПЛЕНИЯ**

*И. В. Геймор, С. А. Войцековская*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Среди кормовых культур важная роль принадлежит злаковым травам. Они произрастают повсеместно на природных сенокосах и пастбищах и используются в травосмесях. Они обладают ценным белковым составом, что позволяет широко их использовать в сельском хозяйстве. Но следует помнить, что растения, в силу своего прикрепленного образа жизни постоянно подвержены действию неблагоприятных факторов. В частности, таким фактором является кислородная недостаточность, которая наблюдается при затоплении растений. Как известно при недостатке кислорода ограничивается жизнедеятельность представителей дикой флоры, и создаются трудности для возделывания сельскохозяйственных культур [1, 2]. Изучение механизмов приспособлений растений к гипоксии

представляет ценность с точки зрения познания теоретических основ устойчивости растений, а в дальнейшем на основе полученных данных и для разработки способов выращивания растений на затопляемых почвах; создания и введения растений, которые были бы более толерантны к анаэробному стрессу, используя биотехнологические достижения.

Для выяснения биохимических механизмов адаптации растений к недостатку кислорода рассматриваются приспособительные реакции как корневой системы, так и метаболические реакции, происходящие в ассимилирующих органах, непосредственно участвующих в процессе фотосинтеза. Фотосинтез и дыхание в наибольшей мере отражают скорость роста растений, реакцию на изменение условий произрастания растений, их взаимодействие со средой, стойкость и необратимость влияния исследуемого фактора [3].

Объектами исследования послужили заведомо устойчивые к затоплению одномесячные проростки кормовых трав: овсяницы луговой (*Festuca pratensis* Huds) и костра безостого (*Bromus inermis* Leyss.).

Костер безостый обладает исключительной экологической пластичностью и приспособляемостью к различным условиям. На заливных лугах он переносит затопление весенними водами до 30–45 дней и в то же время очень засухоустойчив, благодаря чему широко распространен в сухих степях [5].

Овсяница к влаге средне требовательна, переносит засуху и высокие температуры. К почвам довольно требовательна, хорошие урожаи дает на богатых перегноем, глинистых, суглинистых и торфяных почвах. Плохо растет на песчаных и бедных почвах.

Хорошо переносит затопление полыми водами до 25 дней. При благоприятных условиях в травосмесях может держаться до 6–8 лет [5].

Семена для проведения исследования были получены из коллекции Сибирского ботанического сада ТГУ. Растения выращивали в климатических камерах при температуре воздуха 22–24° С под люминесцентными лампами, интенсивностью 40 Вт/м<sup>2</sup> с 12-часовым фотопериодом. Для создания гипоксических условий корни одномесячных растений были полностью затоплены в опытных сосудах в течении двух не-

дель. В качестве контроля использовали растения, выросшие при 60 % влажности от полной влагоемкости почвы.

Определение активности алкогольдегидрогеназы проводили спектрофотометрическим методом [4].

Гомогенизацию растительных тканей производили при пониженной температуре в среде следующего состава: трис-НСl буфер (50 мМ, рН 7,8), аскорбат натрия (5 мМ), цистеин (3 мМ), MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O (1 мМ) и ДТТ (5 мМ). Гомогенат центрифугировали на холоду при 20 000 g в течение 20 мин (центрифуга К-24, Германия).

Ферментативную активность алкогольдегидрогеназы (КФ 1. 1. 1) определяли в реакционной среде: трис-НСl буфер (50 мМ, рН 9,2), НАД (2 мкМ), Zn уксуснокислый, 70 % этанол и измеряли в супернатанте спектрофотометрически при 340 нм (Shimadzu UV-1650 pc UV-spectrophotometer, Shimadzu Corp., Япония) в окислительно-восстановительных превращениях НАД.

Таблица 1

**Активность НАД-алкогольдегидрогеназы в корнях цостра и овсяницы при длительной корневой гипоксии**

Условия опыта	МЕ/мг белка	% к контролю
Костер		
Аэрация	84,72 ± 7,6	100
Гипоксия	107,19 ± 7,3*	127
Овсяница		
Аэрация	9,67 ± 0,35	100
Гипоксия	67,94 ± 1,50*	703

Примечание: \* – различия между контролем и опытом достоверны при P ≤ 0,05

Показателем, определяющим реакцию растений на действие абиотических факторов, как правило, является протекание гликолиза. Об усилении гликолиза, переходящего в анаэробных условиях в брожение, свидетельствовало резкое повышение активности одного из основных анаэробных энзимов – алкогольдегидрогеназы, которая катализирует заключительный этап спиртового брожения. Считают, что у устойчивых к недостатку кислорода объектов, возможно обращение конечных этапов брожения, что является одним из механизмов избежания токсического действия кислорода [1, 2]. Согласно данных таблицы 1 после длительного периода затопления в корнях и листьях отмечается повышенная активность НАД-алкогольдегидрогеназы, окисляющей этанол

у обоих изучаемых видов растений. В корнях коостра это увеличение составляет 25–50 %, в тоже время у овсяницы определяется в 5–7 раз. (табл. 1). В листьях активности данного фермента у обоих изучаемых видов также увеличивается (табл. 2).

**Активность ферментов дыхательного обмена в листьях коостра и овсяницы при нормальной аэрации и в условиях затопления**

Условия опыта	МЕ/мг белка	% к контролю
Костер		
Аэрация	37,82 ± 3,20	100
Гипоксия	77,23 ± 10,50*	204
Овсяница		
Аэрация	58,50 ± 23,80	100
Гипоксия	134,98 ± 34,0*	231

Примечание: \* – различия между контролем и опытом достоверны при  $P \leq 0,05$

Таким образом, стратегия избавления от высоких концентраций этанола включает разные механизмы. Способность тканей к детоксикации продуктов анаэробного обмена играет важную роль в устойчивости растений к гипо- и аноксии. Приспособленные растения отличаются также толерантностью к таким высоким концентрациям этанола, которые для неустойчивых растений оказываются токсичными [2]. Эта толерантность связана, возможно, с большей способностью к включению спирта в обмен веществ.

*Литература*

1. Чиркова Т.В. Пути адаптации растений к гипоксии и аноксии. Л.: Изд-во ЛГУ, 1988. 244 с.
2. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений. СПб.: Изд-во С-Петербур. ун-та, 2002. 244 с.
3. Семихатова О.А., Чиркова Т.В. Физиология дыхания растений. СПб.: Изд-во С. – Петерб. ун-та, 2001. 224 с.
4. Астафурова Т.П., Войцекская С.А., Верхотурова Г.С. Исследование путей адаптации растений к гипобарической гипоксии // Вестник ТГУ. 2007. № 1. С. 67–74.
5. Коломейченко В.В. Растениеводство. М.: Агробизнесцентр, 2007. 600 с.

**АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗЫ В ТОРФЯНЫХ ЗАЛЕЖАХ БОЛОТ ГОРНОГО АЛТАЯ**

*А. В. Даниленко, Е. В. Порохина*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*



В настоящее время одним из важных направлений развития экономики Горного Алтая является разработка сырьевой базы, в том числе торфяных ресурсов. Площадь болот в Республике Алтай составляет менее 1% от общей территории. Наибольшее количество болот располагается в северо-восточной части Горного Алтая. Вместе с тем торфяные болота этого региона практически не изучены даже с позиций запасов торфа [1]. Для выбора эффективного и рационального направления использования болот Республики Алтай требуется провести всестороннее исследование их свойств, в том числе и биологических.

Одним из показателей биологической активности торфов является активность ферментов. Общее представление о ферментативной активности торфов можно получить на основании определения фермента каталазы, участвующего в окислительно-восстановительных процессах дыхательного обмена. С одной стороны, каталаза расщепляет токсичную для живых организмов перекись водорода, образующуюся при разложении сложных органических веществ, а с другой – высвобождает активный кислород, который принимает участие в дальнейшем окислении органических соединений [2, 3].

Данные по ферментативной активности торфяных залежей болот Горного Алтая, в том числе и каталазной, единичны, что подчеркивает актуальность проводимых исследований [4].

Целью работы было изучение каталазной активности в торфяных залежах мезотрофного и эвтрофного типов болот Горного Алтая.

**Объекты и методы исследования.** Исследования проводили в пределах научно-исследовательского стационара «Турочак» (Турочакский район, Республика Алтай) на мезотрофном болоте Кутюшское и эвтрофном болоте Турочакское.

Болото Кутюшское расположено на расстоянии 6,3 км на северо-восток от районного центра Турочак, имеет смешанное атмосферно-грунтовое питание. Торфяная залежь (ТЗ) пункта наблюдения за ферментативной активностью на болоте Кутюшское (п. 7, координаты: 52°18'231» с. ш., 87°15'852» в. д.) сложена с поверхности и до глубины 150 см сфагновыми верховыми торфами, которые затем сменяются на шейхцериевый переходный (150–175 см). Торфа низкозольные (6–8%),

имеют слабокислую реакцию среды (рНсол 3,82–4,22). Степень разложения торфа увеличивается вниз по ТЗ от 0 до 40% [1, 5].

Болото Турочакское расположено в 1,69 км к югу от районного центра Турочак и является пойменным. Торфяная залежь на пункте наблюдений (п.1, координаты: 52°13'521» с. ш., 87°06'705» в. д.) эвтрофного типа и сложена преимущественно травяным, древесно-осоковым и древесно-травяным торфами со степенью разложения от 20 до 60%. Торфа высокозольные (20,5–49,2 %), слабокислые (рНсол 4,6–4,7). Более подробная характеристика пунктов наблюдений приведена в работе [1].

На исследуемых пунктах в мае, июле и сентябре 2012 и 2013 гг. при помощи торфяного бура ТБГ-1 проводился отбор проб торфа на анализ по слоям в соответствии с ботаническим составом. Каталазную активность определяли газометрическим методом в модификации Ю.В. Круглова и Л.Н. Пароменской, основанном на измерении скорости распада перекиси водорода при взаимодействии ее с торфом [6]. Каталазную активность выражали в мл O<sub>2</sub>, выделившегося за 2 мин на 1 г торфа (мл O<sub>2</sub>/г\*2мин, далее – ед). Исследования сопровождались наблюдениями за гидротермическим режимом в торфяной залежи. Статистическая обработка данных проведена при помощи пакета Microsoft Office Excel с доверительным интервалом 0,95.

Исследования проводились в течение вегетационного периода 2012 и 2013 годов, которые различались по погодным условиям. Вегетационный период 2012 года характеризуется как достаточно увлажненный (ГТК – 1,3). Избыточное количество осадков отмечено в сентябре, а летние месяцы напротив характеризуются как сухие и теплые. Особенно выделяется август, когда осадки практически отсутствуют при среднемноголетней норме 127 мм. Вегетационный период 2013 года является влажным (ГТК – 1,6). Особенности вегетационного периода являются влажный май и теплый, очень сухой июнь (осадков выпало 36 мм при среднемноголетних значениях 115 мм).

**Результаты исследований.** Погодные условия оказали влияние на динамику УБВ в торфяных залежах. Самые низкие УБВ в торфяных залежах пунктов наблюдений отмечаются в достаточно увлажненном 2012 году. Наибольшее снижение УБВ зафиксировано в залежи болота Турочакское (в среднем за 2 года (-25) – (-67) см от поверхности), что свидетельствует о ее лучшей аэрации.

В торфяной залежи болота Кутюшское в течение всего периода наблюдений пределы общей каталазной активности составляют 1,49–16,16 ед., при среднем значении 4,73 ед. Верхняя часть ТЗ (0–150 см), сложенная слаборазложившимися сфагновыми верховыми торфами, в целом характеризуется более низкими показателями каталазной активности, по сравнению с нижележащим слоями (Рис. 1). Это не противоречит литературным данным, согласно которым верховые виды торфа характеризуются невысокой активностью каталазы [7]. Вглубь по ТЗ наблюдается увеличение активности каталазы. Это обусловлено сменой вида торфа со сфагнового верхового на шейхцериевый переходный, увеличением степени разложения торфа (до 35%) и зольности (до 6,1%).

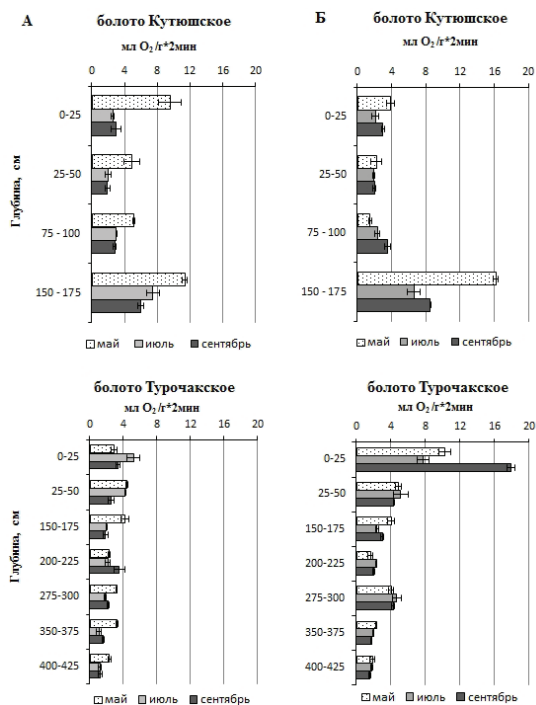


Рис. 1. Активность каталазы в ТЗ болот Горного Алтая: А – 2012 год, Б – 2013 год

Неравномерный характер распределения общей каталазной активности по торфяной залежи, обусловленный ботаническим составом торфа отмечали и другие авторы [4, 6, 7].

Погодные условия оказывают влияние на активность каталазы. В целом более высокая активность каталазы в ТЗ мезотрофного типа наблюдается в 2012 году, показатели которой в среднем в 1,2 раза выше, чем в 2013 году. Сезонная динамика фермента наиболее выражена в условиях достаточно увлажненного 2012 года. При этом максимум активности фермента отмечается по всей ТЗ в мае, в то время как в жарком и сухом июле каталазная активность ниже в 2 раза. В 2013 году сезонная динамика неоднозначна, за исключением нижнего слоя 150–175 см, в котором наибольшая активность фермента наблюдается в мае.

За два года наблюдений общая каталазная активность в ТЗ эвтрофного болота Турочакское варьирует от 1,12 до 17,89 ед., при среднем значении 3,50 ед. Полученные результаты согласуются с литературными данными для ТЗ эвтрофного типа болот Западной Сибири [6–8]. Наибольшей напряженностью окислительно-восстановительных процессов характеризуется верхний, аэробный слой (0–25 см) эвтрофной ТЗ, о чем свидетельствуют значения каталазной активности (см рисунок). Вглубь по залежи наблюдается тенденция к снижению активности фермента. Уменьшение активности каталазы с глубиной в ТЗ эвтрофного типа отмечали и другие исследователи [8, 9]. Вероятно, это связано с ухудшением окислительно-восстановительных условий в нижней части залежи и уменьшением содержания легкоразлагаемых органических веществ.

В отличие от ТЗ мезотрофного типа, в эвтрофной ТЗ болота Турочакское более высокая (в 1,6 раз) активность каталазы отмечена в погодных условиях влажного 2013 года. Сезонная динамика в каждом году имеет свои особенности. В 2012 году в верхнем слое 0–25 см высокая активность наблюдается в июле, а в нижней части ТЗ – преимущественно в мае, на фоне более низких значений в июле и сентябре. В условиях влажного 2013 года наиболее выраженная сезонная динамика активности каталазы наблюдается только в верхнем слое 0–25 см и характеризуется двухвершинной кривой с максимумом в мае и сентябре. Июльский минимум активности фермента,

возможно, связан с резким увеличением влажности верхнего слоя залежи, вследствие большого количества осадков, выпавших в этот период после засушливого июня, на фоне повышения температуры (свыше 25°C) в этом слое. Литературные сведения по сезонной динамике каталазы в ТЗ эвтрофных болот различаются [8,10].

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Активность каталазы в торфяных залежах мезотрофного и эвтрофного болот Горного Алтая отличается, что связано с разными условиями их формирования и изменяется в широких пределах (1,12–17,89 ед).

2. Распределение активности каталазы по торфяной залежи обусловлено ботаническим составом торфа, степенью его разложения и зольностью, что наиболее четко прослеживается в ТЗ мезотрофного типа. Самой высокой активностью каталазы в ТЗ эвтрофного типа характеризуется верхний аэробный слой, содержащий значительное количество свежих растительных остатков.

3. Погодные условия оказывают влияние на динамику активности каталазы. Наиболее интенсивно окислительно-восстановительные процессы с участием каталазы в ТЗ мезотрофного типа осуществляются в погодных условиях достаточно увлажненного 2012 года, а в ТЗ эвтрофного типа – во влажном 2013 году. В целом, в ТЗ болот Горного Алтая отмечается тенденция к увеличению активности каталазы весной.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Министерства образования и науки от 5.1161.2011 «Функционирование болотных экосистем, их мониторинг, биогеохимические процессы образования парниковых газов в болотах Сибири».

#### *Литература*

1. Инишева Л. И., Виноградов В. Ю., Голубина О. А., Ларина Г. В., Порохина Е. В., Шинкеева Н. А., Шурова М. В. Болотные стационары Томского государственного педагогического университета: коллективная монография. Томск: Изд-во ТГПУ, 2010. 148 с.
2. Купревич В. Ф. Почвенная энзимология // Научные труды: В 4 т. Минск: Наука и техника, 1974. Т.4. 404 с.

3. Щербакова Т. А. Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества. Минск: Наука и техника, 1983. 222 с.
4. Сергеева М. А., Порохина Е. В., Голубина О. А. Биологическая активность торфяной залежи болота Турочак // Вестн. Томского гос. пед. ун-та. 2013. № 8. С. 131–136.
5. Шурова М. В., Ларина Г. В., Орт О. А. Общетехнические свойства торфов Кутюшского месторождения республики Алтай // Материалы Международной заочной научно-практической конференции «Проблемы изучения и использования торфяных ресурсов Сибири». (24–27 августа 2009 г.) Томск: Изд-во Ветер, 2009. С. 95–97.
6. Инишева Л. И., Ивлева С. Н., Щербакова Т. А. Руководство по определению ферментативной активности торфяных почв и торфов. Томск: Изд-во том. ун-та, 2003. 119 с.
7. Савичева О. Г., Инишева Л. И. Биологическая активность торфяных болот // Сибирский экологический журнал. 2000. № 5. С. 607–614.
8. Славина Т. П., Инишева Л. И. Биологическая активность почв Томской области. Томск: Изд-во ТГУ, 1987. 216 с.
9. Перверзев В. Н., Алексеева В. С. Органическое вещество в почвах Кольского полуострова. Л: Наука. Ленинградское отделение, 1980. 228 с.
10. Порохина Е. В., Голубина О. А. Ферментативная активность в торфяных залежах болота Таган // Вестн. Томского гос. пед. ун-та, 2012. № 7. С. 171–176.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ЭКСТРАКТА ПЛОДОВ АРОНИИ ЧЕРНОПЛОДНОЙ**

*Е. А. Крюкова, Е. В. Павлова*

*Сибирский медицинский государственный университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: Андреева Валерия Юрьевна, к.биол.н.,  
доц. каф. фармакогнозии с курсами ботаники и экологии

Плоды аронии черноплодной являются официальным лекарственным сырьем, рекомендованным для использования в качестве Р- и С-витаминного, гипотензивного и адаптивного средства. Кроме того, в скрининговых исследованиях гиполипидемических свойств лекарственных растений флоры Сибири, проведенных в лаборатории биологических моделей СибГМУ, спиртовой экстракт аронии черноплодной признан перспективным в этой области. Полученные данные дают основание полагать, что экстракт черноплодной рябины может быть использован в качестве сырья для получения фитопрепа-

ратов для профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний, главным образом атеросклероза.

По данным литературы плоды аронии черноплодной содержат богатый комплекс БАВ: полисахариды, сахара, Р-витаминный комплекс, состоящий из флавоноидов, катехинов, антоцианов и лейкоантацианов, а также дубильные, пектиновые вещества, органические и фенолкарбоновые кислоты, витамины С, К, В1, В2, каротиноиды, микроэлементы [2].

Целью данной работы было исследование состава биологически активных веществ экстракта аронии черноплодной.

Материалом для исследования служили плоды *Agonia melanocarpa* (Michx.) Elliot, образцы которого были собраны на территории Томской области в августе-сентябре, в стадии плодоношения в 2013 году. Экстракт получали методом ремацерации с динамизацией процесса в стеклянном реакторе для лабораторного синтеза «RADLEYS». Качественный и количественный анализ проводили с помощью соответствующих общепризнанных методик определения [1]. Качественный анализ фенольных соединений проводили методами бумажной и тонкослойной хроматографии [4]. Содержание флавоноидов, антоцианов, фенолокислот в полученном экстракте определяли методом дифференциальной спектрофотометрии. Влажность определяли с применением влагомера AND 70 MR.

В полученном экстракте с помощью качественных реакций были определены следующие вещества (табл. 1).

Таблица 1

**Результаты качественных реакций  
экстракта плодов аронии черноплодной**

Группа биологически активные вещества	Результат качественной реакции
Фенольные соединения (общие)	+
Антоцианы	+
Флавоноиды	+
Катехины	+
Дубильные вещества	+
Сахара	+
Органические кислоты	+
Сапонины	-
Кумарины	-
Антраценпроизводные	-

Примечание: «-» – не обнаружены.

Для более детального изучения фенольного комплекса экстракта из плодов аронии черноплодной, получали органические фракции с использованием следующих растворителей: этилацетат, бутанол хлороформ.

Хроматографический анализ экстракта и фракций из него проводили, используя методы хроматографии на бумаге и в тонком слое сорбента. Основными системами для разделения БАВ в экстракте аронии черноплодной служили: бутанол – уксусная кислота – вода (4:1:2), 2% и 15% уксусная кислота. Детектирование проводили в УФ-свете до и после обработки спиртовым раствором алюминия хлорида. При детектировании хроматограмм в УФ-свете было установлено наличие в экстракте не менее 7 различных зон адсорбции. Сравнение их окраски и значений  $R_f$  с известными веществами и данными литературы позволило с определенной степенью достоверности идентифицировать цианидин-3-О-глюкозид, кверцетин, рутин, п-кумаровую, феруловую и хлорогеновую кислоту. После обработки реактивом наблюдали усиление окраски пятен флавоноидов (кверцетина и рутина) [3].

Для определения моносахаров использовали хроматографию в тонком слое сорбента в системе растворителей: пиридин – бутанол – вода (6:4:3). Для их идентификации использовали заведомо известные стандартные образцы моносахаров. После проявления 1% раствором фенола и 10% серной кислотой с последующим нагреванием при температуре 100-105 °C установлено наличие в экстракте и органических фракциях из него, галактозы, и глюкозы. В экстракте также обнаружены уроновые кислоты.

Определение содержания антоцианов и фенолокислот проводили используя метод прямой спектрофотометрии. Содержание флавоноидов в полученном экстракте определяли методом дифференциальной спектрофотометрии, основанном на их способности образовывать окрашенные комплексы со спиртовым раствором алюминия хлорида в присутствии натрия гидрокарбоната, дающим основной максимум поглощения при 440 нм [5]. Органические кислоты и дубильные вещества определяли известными титриметрическими методиками – дубильные вещества титрованием с перманганатом калия, органические кислоты – титрованием с гидроксидом натрия. Результаты представлены в табл. 2.



Таблица 2

**Результаты количественного определения БАВ  
в экстракте из аронии черноплодной**

<b>Группа биологически активных веществ</b>	<b>Содержание, %</b>
Антоцианы	7,37±0,25%
Флавоноиды	3,25±0,2%
Фенолокислоты	0,27±0,01%
Дубильные вещества	4,65±0,3%
Органические кислоты	4,7±0,4%

Результаты, представленные в таблице, свидетельствуют о содержании в экстракте аронии черноплодной богатого комплекса фенольных соединений, наиболее актуальными в котором являются антоцианы.

Таким образом, проведен общий фитохимический анализ плодов аронии черноплодной. Установлено содержание богатого комплекса БАВ, среди которых преобладают вещества фенольной природы. Флавоноиды идентифицированы как кверцетин и рутин; фенолкарбоновые кислоты – п-кумаровая, феруловая и хлорогеновая. Среди антоцианов идентифицирован цианидин-3-о-глюкозид. Определены следующие сахара: глюкоза, галактоза, уроновые кислоты.

***Литература***

1. Государственная фармакопея СССР. Вып. 1. Общие методы анализа / МЗ СССР. 11-е изд., доп. М: Медицина, 1987. 336 с.
2. Государственная фармакопея СССР. Вып.2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье / МЗ СССР. 11-е изд., доп. М: Медицина, 1989. 400 с.
3. Корулькин Д.Ю., Абилов Ж.А., Музычкина Р.А. Природные флавоноиды. Новосибирск: Академическое издательство «ГЕО», 2007. 230 с.
4. Хайс И.М., Машек К.Л. Хроматография на бумаге. М., 1962. С. 260–268.
5. Красникова Е.В. Разработка технология натурального пищевого красителя из аронии черноплодной с использованием искусственного холода. Дис. ... д-ра. фарм. наук. Санкт-Петербург, 2004. 148 с.

**ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИСТЬЕВ  
МАТЬ-И-МАЧЕХИ В МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ**

***О. А. Левченко***

*Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: Н. В. Исайкина, к.ф.н.,  
доцент фармакогнозии с курсами ботаники и экологии

Мать-и-мачеха обыкновенная (*Tussilago farfara*L.) – многолетнее травянистое растение семейства Сложноцветных, официальное лекарственное средство растительного происхождения. Относится к растениям – космополитам, так как ее ареал обнаруживается на всех континентах. Так, ее ареал встречается в Европе, Азии, Северной Африке и Северной Америке. В России мать-и-мачеха обыкновенная произрастает почти во всех районах Российской Федерации, за исключением Крайнего Севера. Растет на молодых аллювиальных наносах, как глинистых, так и песчаных, или на смытых почвах, на склонах по днищам оврагов, по железнодорожным насыпям, распространена так же в средней зоне гор на обнажениях и по берегам горных рек и ручьев [1, 2, 3].

Листья мать-и-мачехи – *Folia Farfarae*, используются в официальной медицине на территории России в качестве отхаркивающего лекарственного средства. Фармакологическая активность листьев мать-и-мачехи обусловлена высоким содержанием гетерогенных полисахаридов. Кроме того, в данном растении содержатся пирролизидиновые алкалоиды (туссилягин), которые дополняют противокашлевое действие мать-и-мачехи. Однако некоторые исследователи считают, что алкалоиды пирролизидинового ряда могут обуславливать некоторую токсичность растительного сырья, а в больших концентрациях данные алкалоиды оказывают канцерогенное и гепатотоксическое действие [4]. По этой причине листья мать-и-мачехи исключены из ряда зарубежных фармакопей, таких как Европейская (PhEur) [5]; Британская (BP) [6]; Японская (JP) [7]; Американская (АНР) [8]. В 1992 году немецкой организацией здравоохранения Bundesgesundheitsamt была установлена допустимая суточная доза (ДСД) потребления пирролизидиновых алкалоидов для листьев мать-и-мачехи, которая была ограничена до 10 мг/кг в день [9].

Нами в 2012 году был разработан проект новой Фармакопейной статьи (ФС) «Мать-и-мачехи листья» – «*Farfarae folia*», отвечающий современным требованиям, предъявляемым к нормативной документации на лекарственное растительное сырье (ЛРС). При разработке методик стандартизации листьев мать-и-мачехи необходимо было провести качественное и количественное определение пирролизидиновых

алкалоидов в данном сырье, чтобы исключить его возможную токсичность.

Цель данной работы состояла в том, чтобы определить содержание суммы пирролизидиновых алкалоидов в листьях и водном настое мать-и-мачехи, произрастающей на территории РФ.

Для исследования использовали образцы сырья мать-и-мачехи, заготовленные в северных и южных районах Сибирского региона, а так же аптечные серийные промышленные образцы (таб 1). Присутствие алкалоидов в сырье определяли при помощи фармакопейных общеосадительных реактивов [10]. Количественное определение суммы пирролизидиновых алкалоидов в образцах сырья мать-и-мачехи и водном настое в пересчете на туссиягин проводили общепринятым титриметрическим методом, предварительно выделив алкалоиды-основания органическим растворителем с последующим переводом их для очистки в алкалоиды-соли. Водный настой листьев мать-и-мачехи готовили общепринятым методом в соотношении сырья и экстрагента 1:20 [11].

**Характеристика образцов листьев мать-и-мачехи**

Таблица 1

№ образца	Место сбора / поставщик сырья	Дата сбора / № серии
1	Окрестности г. Томска, Южная	07.2009
2	Окрестности г. Томска, Южная	06.2010
3	Томская обл., г. Северск, д. Смолокурка	07.2010
4	Кемеровская обл., г. Новокузнецк, окраина д. Алексеевка	07.2010
5	Кемеровская обл., окрестности г. Анжеро-Судженска	07.2010
6	Красноярский край, окрестности г. Железногорск	08.2010
7	г. Краснодар – 72, ООО «ФАРАС – 21»	20112009
8	Московская обл., г. Красногорск, ЗАО «Красногорск-лексредства»	10110
9	Московская область, Красногорский район, д. Гольево, ЗАО АПФ «Фито-ЭМ»	010809
10	г. Москва, ЗАО Фирма «Здоровье»	031009
11	Алтайский край, г. Барнаул, ООО «Алтай-Фарм»	1109
12	г. Москва, ООО «Роса Иван-Чай»	010209

Для качественного обнаружения алкалоидов в листьях мать-и-мачехи выбрали образцы сырья (№ 3,4,6,10) растений, произрастающих в южных и северных районах Сибирского региона. Во всех исследованных образцах сырья мать-и-мачехи и водном настое нами были обнаружены алкалоиды. По интенсивности

осадков можно предварительно оценить содержание алкалоидов в сырье (таб. 2). Наиболее интенсивное образование осадков произошло в образцах мать-и-мачехи из южного района Сибири и Европейской части России с реактивами Вагнера, фосфорно-молибденовой и пикриновой кислотами. Так, с реактивом Вагнера образовался бурый осадок, с 1% раствором пикриновой кислоты – светло-желтые кристаллы, а с раствором фосфорно-молибденовой кислоты – помутнение [12]. Полученные результаты свидетельствует о более интенсивном образовании алкалоидов в условиях теплого и влажного климата [13].

Таблица 2  
**Результаты качественного обнаружения алкалоидов в листьях мать-и-мачехи**

№ образца	Реактив					
	Майера	Вагнера	Драгендорфа	1% раствор кремне-вольфрамовой кислоты	Раствор фосфорно-молибденовой кислоты	1% раствор пикриновой кислоты
3	-	+*	-	-	+	+
4	-	++	-	-	++	+++
6	-	+	-	-	+	+
10	-	++	-	-	++	+++

\* – интенсивность реакции

Качественное обнаружение алкалоидов было подтверждено результатами количественного определения (таб. 3).

Таблица 3  
**Результаты количественного определения суммы пирролизидиновых алкалоидов в листьях и настое мать-и-мачехи**

№ образца	Абсолютно сухое сырье, %	Водный настой, в 200 мл, мг
3	0,4310	0,0203
4	0,5240	0,0211
6	0,4790	0,0207
10	0,4890	0,0211

Наибольшее количество пирролизидиновых алкалоидов в пересчете на туссилягин содержится в тех же образцах сырья, что и при их качественном обнаружении ( $0,48 \pm 0,02\%$ ). Однако в суточной дозе водного настоя листьев мать-и-мачехи содержание алкалоидов не превышало ДСД для пирролизидиновых алкалоидов в пересчете на средний вес человека ( $0,02 \pm 0,001\%$ ).

### **Выводы.**

1. Листья мать-и-мачехи, произрастающей на территории РФ, содержат алкалоиды. Содержание суммы пирролизиди-

новых алкалоидов в листьях мать-и-мачехи в пересчете на туссилягин и абсолютно сухое сырье составило  $0,48 \pm 0,02\%$ , а в водном настое –  $0,02 \pm 0,001\%$ .

2. Суточная доза пирролизидиновых алкалоидов в водном настое листьев мать-и-мачехи составила 4 мг/день и не превышала ДСД для стран Евросоюза (10 мг/кг в день или 65 мг в день на человека), что позволяет считать данную лекарственную форму не токсичной для человека.

#### *Литература*

1. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейство Астровые – Asteraceae. Л.: Наука, 1985. С. 76–79.
2. Флора Сибири. Т.13: Asteraceae (Compositae) / Сост. И.М. Красноборов, М.Н. Ломоносова, Н.Н. Тупицина и др.: В 14 т. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1997. С. 61–63.
3. Флора Сибири. Т.13: Asteraceae (Compositae) / Сост. И.М. Красноборов, М.Н. Ломоносова, Н.Н. Тупицина и др.: В 14 т. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1997. С. 61–63.
4. Hirono. I.I. Cardiogenic activity of coltfoot, *Tussilago farfara*. L. [Electronic resours]// Scholarly Journals/ 1976. Vol. 67, № 1. P. 125–129.
5. European Pharmacopoeia 6th Edition / Council of Europe European- European Directorate for the Quality of Medicines // Two Volumes. 2007. 4392 p.
6. The British Pharmacopoeia sediton of the British Pharmacopoeia or in the associated edition of the British Pharmacopoeia. (veterinary). See General Notices // Four Volumes. 2009. 10952 p.
7. The Japanese Pharmacopoeia 15. 2007. 1802 p.
8. The US Pharmacopoeia 30 & National Formulary 25. 2007. 3577 p.
9. Quantitative Analysis of the Pyrrolizidine Alkaloids Senkirkine and Senecionine in *Tussilago farfara* L. by Capillary Electrophoresis / Roxana Lebeda, Andrea Schreier, Susanne Scherz, Christine Resch, Liselotte Krenn and Brigitte Kopp//Phytochemical AnalysisJournal. 2000. № 11. P. 366–369.
10. Государственная фармакопея СССР. Вып. 1. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье / МЗ СССР. 11-е изд., доп. М.: Медицина, 1987. 400 с.
11. Машковский М.Д. Лекарственные средства / М.Д. Машковский. 15 изд., перераб., испр. и доп. М. РИА «Новая волна»: Издатель Умеренков, 2008. 1206 с.
12. Методы фармакогностического анализа лекарственного растительного сырья. В 2-х ч. Ч. II. Химический анализ: учебное пособие / Е.Н. Сальникова, Г.И. Калинин, Н.В. Исайкина и др./ Томск: СибГМУ, 2008. 55 с.
13. Муравьева Д.А. Фармакогнозия / Д.А. Муравьева, И.А. Самылина, Г.П. Яковлев. М.: Медицина, 2002. 462 с.

## МОРФОГЕНЕЗ *LACTUCA SATIVA* L. ПОД ТЕПЛОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ ПЛЕНКОЙ

*В. Н. Тишкина, С. А. Агаева, А. Ф. Сырварова, Ж. М. Алибекова*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Научный руководитель: Н. С. Зеленьчукова, к.б.н., доц.*

Растительные организмы способны использовать свет не только как источник энергии, но и как эффективный фактор, с помощью которого осуществляется регуляция процессов роста и развития растений [1].

В условиях защищенного грунта для выращивания сельскохозяйственных растений в весенне-летний период используется энергия солнца. В качестве укрывного материала чаще всего используется полиэтиленовая пленка. Она должна обладать барьерными свойствами, высоким уровнем светопропускания и механической прочностью [2]. Кроме обычной немодифицированной полиэтиленовой пленки в последнее время на рынке появились теплоудерживающие пленки, которые снижают потери тепла за счет теплосберегающего покрытия. В результате температура в холодную погоду и ночью на 4°–6°C выше наружной, а днём на 2°–3°C ниже температуры наружного воздуха. В результате этого в жаркие дни теплица не перегревается, а в ночное время тепловые лучи, излучаемые почвой и растениями отражаются от поверхности пленки и удерживают тепло в теплице. Это позволяет повысить урожайность на 30–40%, сократить время созревания культур на 6–8 дней, уменьшаются заболевания растений, связанные с перепадом температур [3, 4 5]. Низкоэмиссионные (теплосберегающие) покрытия обладают высокой прозрачностью ( $T > 80\%$ ) в видимом диапазоне (350–700 нм) и высоким коэффициентом отражения в инфракрасном (тепловом) диапазоне. Как правило, теплосберегающие покрытия содержат тонкую полупрозрачную пленку металла, обладающую большим коэффициентом отражения в ИК-области (медь или серебро) [6].

*Цель работы* – исследование изменения продуктивности *Lactuca sativa* L. при выращивании под полиэтиленовой пленкой с низкоэмиссионным покрытием на основе соединений меди.

**Методика.** В качестве объекта исследования было выбрано растение из семейства сложноцветные (Compositae) – салат посевной (*Lactuca Sativa L.*) (отдел Magnoliophyta, класс *Dicotyledones*, порядок *Asterales*). Испытания проводили на агробиологической станции Томского педагогического университета (ТГПУ) в течение 40 суток. Растения *L. sativa* выращивали в сооружениях защищенного грунта арочного типа размером 1×1 м, высотой 0,6 м. В качестве укрывного материала использовали: немодифицированную полиэтиленовую пленку (ПЭ, контроль) и полиэтиленовую пленку с низкоэмиссионным покрытием на основе меди. В качестве грунта использовали почвенную смесь, состоящую из равных количеств перегноя, чернозема и торфа.

В процессе роста растений проводили измерение морфометрических параметров растений. Для определения сырой массы растения вынимали из грунта, корневую систему промывали водой, затем взвешивали на аналитических весах с точностью 0,1 мг. Для определения массы сухого вещества растения высушивали до постоянного веса при температуре 103°–105°С и взвешивали. Подсчет количества листьев проводили арифметическим счетом листовых пластинок. Площадь поверхности листьев определяли бумажно-весовым методом. Продуктивность растений определяли по приросту их биомассы [7].

Статистическую обработку экспериментальных результатов осуществляли с помощью программы «Excel», при 95%-м уровне надежности (уровень значимости – 0,05). На рисунках приведены средние арифметические значения с двусторонним доверительным интервалом. На рисунках приведены средние арифметические значения с двусторонним доверительным интервалом для десяти растений трех независимых экспериментов.

**Результаты и обсуждение.** Результаты исследований показали, что при выращивании *Lactuca sativa L.* под полиэтиленовой пленкой с низкоэмиссионным покрытием на основе соединений Си первые 3 недели достоверных отличий в росте и развитии контрольных и опытных растений не наблюдали. При этом на 20 сутки у *L. sativa L.*, отметили образование меньшего количества листьев – на 9%, по сравнению с контролем (рис. 1).

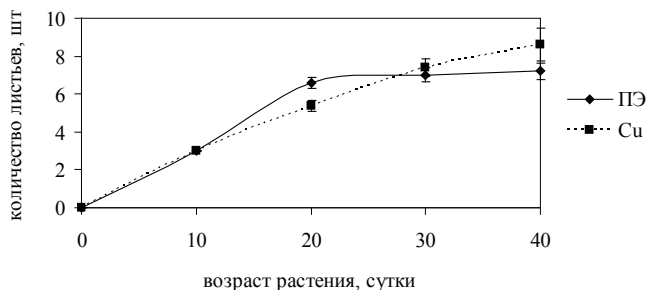


Рис. 1. Динамика изменения количества листьев *L. sativa* L. Лолло биондо под немодифицированной (ПЭ) и теплоудерживающей пленкой (Cu) полиэтиленовыми пленками

Тогда как площадь листьев *L. sativa* L., выращиваемых под плёнкой с напылением из Cu, в это же время увеличилась на 15% (рис. 2). На основании этого можно сделать вывод, что размеры листовых пластинок опытных растений больше, чем у растений, выращиваемых под немодифицированной пленкой.

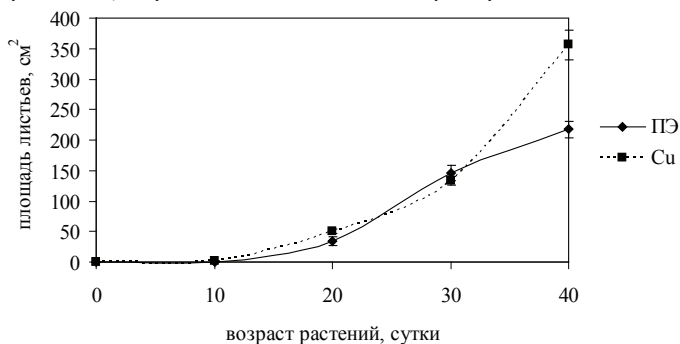


Рис. 2. Динамика изменения площади листьев *Lactuca sativa* L. Лолло биондо под немодифицированной (ПЭ) и теплоудерживающей пленкой (Cu) полиэтиленовыми пленками

Далее под теплоудерживающей пленкой наблюдали ускорение роста и развития растений, что проявилось в увеличении морфометрических параметров – площади ассимилирующей поверхности, сырой и сухой массы. При этом у *L. sativa* L., выращиваемых под плёнкой с напылением из Cu, наблюдали незначительное увеличение количества листьев – 1% на 40-е сутки после посева (рис. 1). Тогда как площадь листьев



опытных растений в этот период увеличилась на 44% по сравнению с контролем (рис. 2). Это можно объяснить меньшей величиной светопропускания теплодерживающей пленки по сравнению с немодифицированной, т.к известно, что площадь ассимилирующей поверхности с увеличением потока солнечной радиации уменьшается [8].

Увеличение площади ассимилирующей поверхности *Lactuca sativa* L. при выращивании под теплодерживающей пленкой (Cu) на 40 сутки сопровождалось увеличением сырой и сухой массы на 49,4% и 51,4% соответственно по сравнению с контролем (рис. 3, 4).

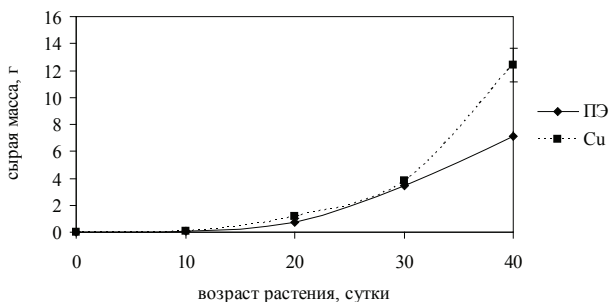


Рис. 3. Динамика изменения сырой массы *Lactuca sativa* L. Лолло биондо под немодифицированной (ПЭ) и теплодерживающей пленкой (Cu) полиэтиленовыми пленками

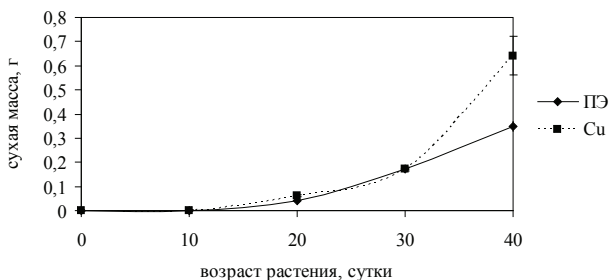


Рис. 4. Динамика изменения сухой массы *Lactuca sativa* L. Лолло биондо под немодифицированной (ПЭ) и теплодерживающей пленкой (Cu) полиэтиленовыми пленками

Таким образом, продуктивность *L. sativa* Лолло биондо при выращивании под теплодерживающей пленкой с покрытием

на основе соединений меди (Cu) выше, чем под немодифицированной пленкой.

*Заключение.* Применение полиэтиленовой пленки с низкоэмиссионным покрытием на основе Cu, обладающей высоким коэффициентом отражения в ИК диапазоне, способствует повышению продуктивности *L. sativa* сорта Лолло Биондо на 49,4%.

#### *Литература*

1. Медведев С.С. Физиология растений: учебник. СПб.: Изд-во Санкт-Петербур. ун-та, 2004. 254 с.
2. Абдель-Бари Е.М. Полимерные пленки. СПб.: Профессия, 2005. 238 с.
3. Теплоудерживающая тепличная полиэтиленовая пленка [Электронный ресурс] Полиэтиленовая плёнка [сайт] Электр. дан. – Режим доступа: <http://ktr.dp.ua/products.php#> (дата обращения: 30.02.2014)
4. Chiba K., Sobajima S., Yatabe T. Transparent heatinsulating coatings on polyester film using chemically-prepared dielectrics. *Sol. Energy Mater.*, 1983, V. 8. № 4. P. 371–385.
5. Fan J.C.C., Backner F.J. Transparent heat mirrors for solar-energy applications. *Appl. Opt.*, 1976. V. 15. № 4. P. 1012–1017.
6. Захаров А.Н., Ковшаров Н.Ф., Оскомов К.В., Роткин С.В., Соловьев А.А., Сочугов Н.С. Свойства низкоэмиссионных покрытий на основе Ag и Cu, нанесенных на полимерную пленку методом магнетронного распыления // Перспективные материалы, 2012. №2. С. 62–70.
7. Вайнагий, И.В. О методике изучения семенной продуктивности. *Ботанический журнал*, 1974. Т. 59. №6. С. 826–831.
8. Шульгин, И.А. Растение и солнце. Л.: Гидрометеоздат, 1973. 252 с.

## **УТИЛИЗАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ В ЖИДКОЙ СРЕДЕ УГЛЕВОДОРОДОКСЛЯЮЩИМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ**

*Д.А.Филатов*

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук,  
г. Томск, Россия*

Проблемы экологической безопасности применения смазочных материалов неотделимы от утилизации отработанных масел (ОМ), которые в настоящее время являются одними из наиболее распространенных техногенных отходов, негативно влияющих на все объекты окружающей среды – атмосферу,

почву и воды. Ведь масло, захороненное в грунте, а тем более вылитое в водоем, оказывает разрушительное влияние на окружающую среду. Сбор и утилизация либо вообще не организованы, т. е. большая их часть нелегально сбрасывается в почву и водоемы, либо организованы на низком уровне. ОМ являются глобальной проблемой, от 25 до 30 % загрязнения окружающей среды приходится именно на них [1].

Несмотря на явные успехи и совершенствование современных способов регенерации отработанного масла, существенным препятствием остается высокая стоимость процесса. К тому же повторное использование продукта очистки, представляющего собой смесь различных материалов, представляется неопределенным. Зачастую на промышленных объектах единственным методом обращения с ОМ является временное хранение в специальных металлических емкостях, без какой-либо переработки [2].

Биологические методы утилизации могут служить достойной альтернативой физико-химическим, поскольку способны приводить к полному разложению органического материала до экологически безопасных продуктов метаболизма: углекислый газ, воду, биоразлагаемую массу и обладают невысокой себестоимостью [3].

Поэтому с целью определения применимости биологических методов утилизации к ОМ необходимо было проведение исследований по их деструкции с использованием ранее выделенных углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ): *Arthrobacter globiformis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas stutzeri* и *Ps. putida*.

#### Экспериментальная часть

Объектом исследования являлась смесь ОМ использованных на оборудовании Сибирского химического комбината (СХК). В работе исследовали микробиологическое окисление ОМ в жидкой среде ассоциацией 4 культур УОМ: *Pseudomonas stutzeri*, *Pseudomonas putida*, *Bacillus cereus* и *Arthrobacter globiformis*. Биоокисление проводили в жидкой среде в условиях непрерывного культивирования в стеклянных стаканах объемом 1500 мл, оборудованными кранами для барботирования среды сжатым воздухом и удаления части культуральной среды.

В качестве питательной среды использовали водопроводную воду, содержащую 1,5 % NaCl и 3 %  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . ОМ вносили в жидкую среду в концентрациях 30, 50, 55 и 60 % мас. Ассоциацию УОМ готовили методом совместного культивирования. Инокулят УОМ вносили в культуральную среду в объеме 1 мл, содержащей  $8\text{-}9\cdot 10^3$  КОЕ/мл. Соотношение культур УОМ в инокуляте было следующим: *Arthrobacter globiformis* – 20 %; *Bacillus cereus* – 25 %; *Pseudomonas stutzeri* – 30 %; *Ps. putida* – 25 %.

Сосуды со средой, ОМ и ассоциацией УОМ термостатировали 60 суток с постоянным барботированием сжатым воздухом. Квазинепрерывное культивирование обеспечивали периодической заменой (с интервалом 7 суток) 50 мл культуральной жидкости равноценным объемом свежеприготовленной среды. Предварительно смесь среды и масла отстаивали в течение 10 минут для разделения фаз. В ходе опыта определяли численность и ферментативную активность УОМ [4].

Измерение межфазного натяжения проводили при помощи лабораторной установки на базе вискозиметра «Виброскан». Вязкость исходного и биодegradированного масел определяли с помощью реометра RheoStress 600 НААКЕ. Спектры протонного магнитного резонанса снимали на ЯМР-Фурье-спектрометре AVANCE-AV-300.

Массу остаточного после биодеструкции масла определяли гравиметрическим методом [5]. Индивидуальный состав органических соединений ОМ исследовали с помощью хромомасс-спектрометра DFS фирмы «Thermo Scientific».

### **Результаты и их обсуждение**

Ранее было показано, что в периодической культуре за 70 суток ассоциация УОМ обеспечивала деструкцию отработанного масла на 24–44 % при его исходных концентрациях 5–30 %. В этих условиях глубокое биоокисление невозможно из-за недостатка минерального питания и накопления продуктов метаболизма. В условиях проточной культуры (с удалением части культуральной жидкости и ее заменой свежей питательной средой) биодеструкция масла достигла 60–69 % при его исходной концентрации 25–50 %.

Для повышения эффективности процесса перемешивание и аэрацию культуральной среды осуществляли барботирова-

нием сжатым воздухом, заменив им перемешивание на магнитной мешалке.

Эффективность биodeградации УВ напрямую зависит от численности УОМ. Внесенная ассоциация микроорганизмов начала активный рост уже на 1 сутки опыта, и на 3–4 сутки их количество достигало  $10\text{--}20 \cdot 10^9$  КОЕ/мл (рис. 1). На размножение микрофлоры влияла концентрация масла: в присутствии 30 и 50 % ОМ число клеток колебалось в пределах  $30\text{--}45 \cdot 10^9$  КОЕ/мл, в присутствии 55 и 60 % ОМ – не превышало  $20 \cdot 10^9$  КОЕ/мл. Постоянная высокая численность поддерживалась в течение всего эксперимента.

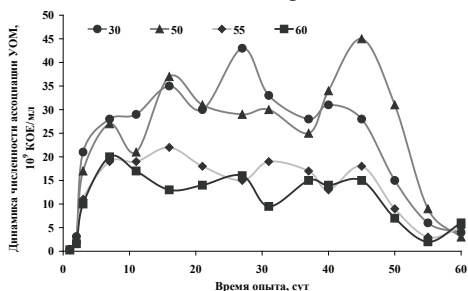


Рис. 1. Динамика численности ассоциации УОМ при биоокислении ОМ в разных концентрациях

Визуальные признаки биodeградации масла – эмульгирование, образование пены и т. д. – были отмечены на 7–8 сутки в вариантах с 30 и 50 мас. % масла и на 19 сутки в вариантах с 55 и 60 мас. %.

К концу эксперимента изменилось соотношение отдельных культур УОМ в ассоциации: доминировали культуры *Arthrobacter globiformis* – 40 % и *Bacillus cereus* – 40 %, а на долю *Pseudomonas stutzeri* и *Ps. putida* приходилось приблизительно по 10 %. Это могло быть вызвано изменением состава окисляемого субстрата: уменьшением доли легких насыщенных УВ и преобладанием более тяжелых ароматических УВ.

Количественные изменения микробоценоза не полностью отражают изменения его активности. Ферментативная активность среды обусловлена как содержанием микроорганизмов, так и их разнообразием, и физиологической активностью [6].

В режиме непрерывного культивирования ассоциации УОМ отмечена высокая активность окислительно-восстановительных ферментов (каталазы, дегидрогеназы, пероксидазы и полифенолоксидазы) на протяжении всего опыта. Снижение активности отмечено лишь к 60 суткам. Каждый изучаемый фермент играет определенную роль в процессе биодеструкции углеводородных субстратов: каталаза поставляет кислород для окислительных реакций; дегидрогеназы участвуют в окислении n-алканов либо алифатической цепочки в сложных молекулах; пероксидазы и полифенолоксидазы участвуют в окислении ароматических структур.

Максимальная биохимическая активность ассоциации УОМ отмечена в вариантах с 30 и 50 мас. % ОМ, при увеличении концентрации ОМ до 55–60 мас. % ферментативная активность снижалась, что отразилось на степени деструкции масла.

Весовой анализ показал, что утилизация ОМ за время эксперимента составила 63,6–92,8 %, в зависимости от начальной концентрации (табл. 1).

Межфазное натяжения для исходной смеси ОМ составило 28,99 мН/м, для биодеградированного – 15,03 мН/м. Значительное уменьшение межфазного натяжения связано с накоплением ПАВ, являющихся продуктами биохимического окисления УВ отработанного масла.

Таблица 1

**Степень биодеструкции ОМ за 60 суток в непрерывной культуре**

Исходная концентрация масла, мас. %	Масса масла, г		Потеря массы, г	Степень деструкции, %
	В начале опыта	В конце опыта		
30	90	6,4	83,6	92,8
50	150	11,2	138,8	92,5
55	165	57,5	107,5	65,2
60	180	65,5	114,5	63,6

ПАВ, присутствующие в УВ фазе, адсорбируются на границе полярной (вода) и неполярной (масло) фаз, снижая величину межфазного натяжения. ПАВ в культуральной среде диспергируют и эмульгируют нерастворимые в воде УВ отработанного масла, увеличивая тем самым поверхность их контакта с бактериями и интенсифицируя их окисление.

На сегодняшний день отсутствуют экспериментальные данные об окислении УВ внеклеточными ферментами микроорганизмов. Специальные исследования показали, что продукты первичного окисления субстрата содержатся только в клетках и не обнаруживаются в культуральной среде [6]. В данной работе методом ЯМР  $^{13}\text{C}$ -спектроскопии органические соединения в культуральной среде обнаружены не были. Отсюда можно предположить, что УВ, входящие в состав ОМ, сначала транспортируются в клетку путем диффузии либо активного транспорта, а затем внутриклеточно окисляются с образованием интермедиатов, включающихся в метаболизм микробной клетки и в конечном итоге разлагающихся до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

Известно, что окисление УВ разного строения происходит с разной скоростью, и в первую очередь биотрансформируются молекулы, имеющие меньшую энергию разрыва связей и меньшую молекулярную массу. Реакционная способность уменьшается в ряду:  $n$ -алканы > изо-алканы > нафтены > арены. Показано, что вязкость остаточного после биодеструкции ОМ увеличилась более чем в два раза по сравнению с исходным и была равна 0,223 Па·с (вязкость исходного ОМ составила 0,101 Па·с). Таким образом, доля легких УВ в процессе биodeградации снизилась, а доля более устойчивых высокомолекулярных соединений увеличилась, что подтвердилось данными хроматома-спектрометрического анализа.

Анализ исходного и биodeградированных ОМ показал уменьшение содержания всех определяемых УВ на 79,9–100%. Низкомолекулярные  $n$ -алканы  $\text{C}_{11}$ - $\text{C}_{20}$  элиминировали полностью, биodeструкция нафтеновых УВ и ароматических соединений составила в среднем 80–90%.

В целом показано, что биологические методы утилизации могут служить достойной альтернативой физико-химическим, поскольку способны приводить к полному разложению органического материала и обладают невысокой стоимостью. Конечным продуктом биотрансформации будет являться микробная масса, которая может быть использована для различных целей.

Установлено, что биodeструкции имела обратную зависимость от исходной концентрации ОМ в среде: при начальной концентрации ОМ в 30 и 50 мас. % биodeструкция прошла на

92,5 и 92,8 % соответственно, при увеличении начальной концентрации ОМ до 55–60 мас. % степень деструкции снизилась до 63,6–65,2 %. Из этого следует, что для эффективного процесса утилизации концентрация ОМ не должна превышать 50 мас. %.

После биодegradации отмечено снижение межфазного натяжения ОМ, что свидетельствует о выработке биоПАВ, которые увеличивают поверхность контакта микроорганизмов с УВ и способствуют более полной минерализации ОМ. Отсутствие промежуточных продуктов окисления УВ в культуральной среде свидетельствует о том, что входящие в состав масла УВ окисляются внутриклеточно, а интермедиаты включаются в метаболизм бактериальной клетки.

Показано, что в первую очередь ассимилируются низкомолекулярные алифатические УВ, затем более высокомолекулярные циклические и ароматические соединения.

На данный момент исследование прошло первичную стадию, которая свидетельствует о возможности использования биологического подхода для утилизации маслосодержащих органических отходов.

#### *Литература*

1. Евдокимов А.Ю., Фукс И.Г., Облащикова И.Р. Экологическая безопасность применения топлив и смазочных материалов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. № 3. 2005. С. 28–30.
2. Поташников Ю.М. Утилизация отходов производства и потребления. Тверь: Издательство ТГТУ, 2004. 107 с.
3. Оборин А.А., Хмурчик В.Т., Иларионов С.А. Нефтезагрязненные биопленки. Пермь: Изд-во ПГУ, 2008. 511 с.
4. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: Изд-во МГУ, 1991. 231 с.
5. Другов Ю.С., Родин А.А. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов. Практическое руководство. М.: Изд-во Бином, 2007. 263 с.
6. Тимергазина А.Ф., Переходова Л.С. К проблеме биологического окисления нефти и нефтепродуктов углеводородокисляющими микроорганизмами // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2012. №1. С. 1–12.



## ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА СИБИРСКИХ ЯГОД

*Е. С. Шелег<sup>1</sup>, А. Р. Буачидзе<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

<sup>2</sup> *Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия*

Научные руководители: Е. В. Петрова, к.хим.н., доц.;

Т. Н. Цыбукова, к.хим.н., доц.

### ***Актуальность.***

Известно, что биогенные элементы (Na, Ca, Fe, Co, Zn и др.) играют особую физиологическую роль в работе многих систем организма человека [1, 2]. Дефицит макро- и микроэлементов в организме может вызвать развитие ряда тяжелых заболеваний. Витамины необходимы человеку для повышения иммунитета и стабилизации микроэлементного обмена.

Одним из важнейших источников поступления витаминов в организм являются дикорастущие сибирские ягоды. Необходимые элементы взаимосвязаны с биологически активными соединениями и легко усваиваются. Анализ на содержание токсичных элементов, таких как мышьяк, сурьма, бром, хром, селен, необходимо проводить для решения экологических вопросов: степень чистоты исследуемых ягод; загрязненность территории, где эти ягоды произрастают; влияние техногенных факторов [3–5].

Материалом для исследования явились брусника, клюква, калина и рябина, произрастающие в Томском районе.

Рябина. В медицинской практике высушенные плоды рябины применяют главным образом в виде чая и сборов как профилактическое и лечебное средство при цинге и других авитаминозах. В эксперименте установлено, что эфирный экстракт рябины повышает свертывание крови, сорбиновая кислота обладает бактерицидным действием. В русской народной медицине свежие плоды рябины применяют как мочегонное, кровоостанавливающее средство, а сок и сухие ягоды – при дизентерии и для возбуждения аппетита. Также плоды рябины используются при атеросклерозе, гипертонической и почечнокаменной болезни. Особенно ценными являются сорта с крупными и сладкими плодами, богатые соком (44–56%). Зрелые плоды могут быть использованы для

получения каротина, а зеленые – ценное сырье для получения яблочной кислоты.

Калина. Благодаря высокому содержанию витамина С и железа, плоды калины являются лучшим кроветворным средством среди лекарственных растений. Настой обладает общеукрепляющим действием при неврозах, спазмах кровеносных сосудов, гипертонии, снижает уровень холестерина в крови. Плоды калины улучшают состояние больных сахарным диабетом.

Ягоды и отвар из коры калины применяют при внутренних кровотечениях, особенно маточных. Отвар коры калины помогает при лечении псориаза, фурункулеза, гнойничковых высыпаний, аллергодерматита. В народе калину издавна используют для лечения начинающейся гипертонии. Галеновые препараты калины применяют при лечении различных заболеваний прежде всего благодаря содержанию в растении гликозида вибурнина и дубильных веществ, оказывающих вяжущее, кровоостанавливающее, противовоспалительное действие.

Брусника. Галеновые препараты из листьев брусники применяют как мочегонное, желчегонное, антисептическое и вяжущее средство при заболеваниях почек и мочевого пузыря, гастроэнтеритах, метеоризме и хронических запорах. Брусничный лист в виде отваров и чая применяют при заболеваниях, связанных с нарушением минерального обмена, в частности при подагре, остеохондрозе, а также при ревматоидных неспецифических артритах.

Ягоды брусники обладают противогнилостными и витаминными свойствами. Листья и плоды брусники применяют при авитаминозах С и А. Водный настой ягод утоляет жажду, поэтому его назначают лихорадящим больным.

Клюква. По содержанию биологически активных веществ с клюквой не сравнится ни одна ягода (и не только ягода). Она нормализует обмен веществ и защищает нашу мочевую систему. Исследования ученых доказали, что свежие ягоды клюквы и клюквенный сок нормализуют обмен холестерина и препятствуют образованию тромбов в кровеносных сосудах. Урсоловая кислота, содержащаяся в клюкве, способствует расширению коронарных сосудов сердца. Свежий сок клюквы

и клюквенный морс препятствуют образованию камней в почках и мочевом пузыре. Бензойная, хинная и урсоловая кислоты способствуют нормализации обмена веществ. Клюква стимулирует функцию поджелудочной железы, поэтому ее рекомендуют больным сахарным диабетом.

Клюква препятствует образованию глаукомы. Сок клюквы пагубно действует на возбудителя холеры, стафилококк. Клюква очень полезна при пародонтозе: она не позволяет бактериям, вызывающим кариес, закрепиться на поверхности зубов. Клюквенный сок и клюквенный морс, обладают свойством выводить из организма шлаки и соли тяжелых металлов. Полезна клюква при спазмах сосудов и гипертонии. Клюквенный сок и приготовленные на нем мази используют для лечения сыпи и кожных заболеваний. Не так давно учеными были опубликованы результаты исследования полезных свойств клюквы при онкологических заболеваниях. Оказалось, что входящие в состав этой ягоды лейкоантоцианы обладают противоопухолевым действием. А катехины, которых в клюкве так же содержится огромное количество, повышают эффект облучения при лечении злокачественных опухолей. Кроме того, в состав клюквы входят пектиновые вещества, которые образуют хелаты (нерастворимые соединения) с радиоактивными и тяжелыми металлами. Таким образом, клюквенный сок способствует детоксикации организма после облучения и химиотерапии [6].

**Цель работы** заключалась в разработке атомно-эмиссионной методики определения широкого круга необходимых для человека и токсичных элементов в сибирских ягодах.

**Задачи:** исследовать элементный состав ягод с применением методов пламенной фотометрии (ПФ) и атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС); оценить степень влияния элементов основы на результаты атомно-эмиссионного спектрального (АЭС) анализа микроэлементов; рекомендовать оптимальные условия для проведения количественного анализа растительного сырья. Сравнить полученные результаты анализа.

#### **Материалы и методы.**

Исследования проводили на современных спектральных приборах, совмещенных с компьютером, прошедших метрологическую поверку: атомно-эмиссионном комплексе

«Гранд» с МАЭС («Оптоэлектроника», Россия) и атомно-абсорбционном спектрометре SOLAAR с усиленной дейтериевой коррекцией фона («Термоэлектрон», США) [7, 8]. Достоинством этих методов является возможность определения большого количества элементов (до 60) в зольном остатке растений минуя стадию химического разложения.

***Ход исследования.***

Сырье доводили в естественных условиях до воздушно-сухого состояния, высушивали в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре  $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$  и измельчали до частиц, проходящих сквозь сито с размером ячейки 0,2–1 мм.

Качественный анализ зольных остатков ягод позволил выделить 3 группы элементов: основные (K, Mg, Ca, Na), микро- (B, Mn, Zn, Fe, Cu, Co, Mo, Ag) и ультрамикроэлементы (Al, Ti, V, Pb).

В процессе пробоподготовки в зольном остатке происходит концентрирование не только примесей, но и основных элементов. По результатам количественного анализа Na, K (метод ПФ), Ca (метод АЭС) приготовлены модельные смеси с постоянной концентрацией Mn, Cu, Zn, Co, Ni, Fe и т. д. ( $1 \cdot 10^{-30}\%$ ), отличающиеся присутствием или отсутствием элементов-основы. Для модельных смесей путем развертки спектров во времени построены кривые «испарения-возбуждения» примесей, на которых отчетливо наблюдается снижение первичных максимумов и смещение их в сторону увеличения времени экспозиции, что отрицательно отражается и на интенсивности контролируемых элементов.

Так как для проведения количественного анализа используются государственные стандартные образцы на основе графитового порошка (типа СОГ-37), не содержащие элементов основы, необходимо уменьшение матричного эффекта. Для этого был введен легкоионизируемый элемент (Na) как в пробы, так и в образцы сравнения. При одновременном испарении ряда элементов из кратера электрода в зоне возбуждения устанавливается некоторый эффективный ионизационный потенциал равный потенциалу преобладающего элемента. Условия испарения и возбуждения примесей стабилизируются.

### **Результаты.**

На основании проведённых исследований предложена методика прямого определения 19 элементов в клюкве, бруснике, калине и рябине методом АЭС. Правильность полученных результатов проводили на примере Zn и Fe путем сравнения с результатами независимого метода, в качестве которого выбран метод ААС. Выбор элементов обусловлен их биологической необходимостью и более высоким содержанием в исследуемых объектах; результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Содержание элементов в сухом образце, полученное методом ААС, % мас. (n = 3, P = 0,95)**

Проба (%)	Na	K	Li	Zn	Fe
Брусника	$5,4 \cdot 10^{-3}$	0,68	$2,0 \cdot 10^{-05}$	$1,2 \cdot 10^{-03}$	$2,5 \cdot 10^{-03}$
Клюква	$3,7 \cdot 10^{-3}$	0,69	$2,8 \cdot 10^{-05}$	$1,0 \cdot 10^{-03}$	$5,0 \cdot 10^{-04}$
Калина	$5,7 \cdot 10^{-3}$	0,82	$3,0 \cdot 10^{-05}$	$8,2 \cdot 10^{-04}$	$7,2 \cdot 10^{-04}$
Рябина	$6,9 \cdot 10^{-3}$	1,2	$3,8 \cdot 10^{-05}$	$8,9 \cdot 10^{-04}$	$4,3 \cdot 10^{-03}$

Таблица 2

**Содержание элементов в сухом образце, полученное методом АЭС, % мас. (n = 3, P = 0,95)**

Элемент/ Проба (%)	Брусника	Клюква	Калина	Рябина
Ag	$9,3 \cdot 10^{-06}$	$3,1 \cdot 10^{-05}$	$1,2 \cdot 10^{-05}$	$6,03 \cdot 10^{-06}$
Al	$2,7 \cdot 10^{-03}$	$2,6 \cdot 10^{-04}$	$1,5 \cdot 10^{-04}$	$5,6 \cdot 10^{-03}$
B	$3,9 \cdot 10^{-03}$	$7,4 \cdot 10^{-03}$	$1,3 \cdot 10^{-02}$	$6,5 \cdot 10^{-02}$
Va	$7,9 \cdot 10^{-04}$	$3,5 \cdot 10^{-04}$	$1,4 \cdot 10^{-04}$	$2,9 \cdot 10^{-04}$
Ca	$3,1 \cdot 10^{-02}$	$2,5 \cdot 10^{-02}$	$3,7 \cdot 10^{-02}$	$8,7 \cdot 10^{-02}$
Co	$1,4 \cdot 10^{-05}$	$1,0 \cdot 10^{-05}$	$5,3 \cdot 10^{-05}$	$2,1 \cdot 10^{-04}$
Cr	$3,5 \cdot 10^{-04}$	$5,0 \cdot 10^{-04}$	$1,0 \cdot 10^{-03}$	$2,1 \cdot 10^{-03}$
Cu	$1,9 \cdot 10^{-04}$	$1,1 \cdot 10^{-04}$	$2,3 \cdot 10^{-04}$	$2,7 \cdot 10^{-04}$
Fe	$2,3 \cdot 10^{-03}$	$6,6 \cdot 10^{-04}$	$9,7 \cdot 10^{-04}$	$7,6 \cdot 10^{-03}$
Li	$3,6 \cdot 10^{-05}$	$5 \cdot 10^{-05}$	$7,9 \cdot 10^{-05}$	$1,7 \cdot 10^{-04}$
Mg	$3,6 \cdot 10^{-02}$	$5,7 \cdot 10^{-02}$	$6,2 \cdot 10^{-02}$	$12^{-02}$
Mo	$1,0 \cdot 10^{-05}$	$3 \cdot 10^{-05}$	$4,5 \cdot 10^{-05}$	$8,8 \cdot 10^{-05}$
Ni	$1,4 \cdot 10^{-05}$	$3,1 \cdot 10^{-05}$	$1,5 \cdot 10^{-04}$	$3,0 \cdot 10^{-04}$
Pb	$2,5 \cdot 10^{-05}$	$6,5 \cdot 10^{-05}$	$1,2 \cdot 10^{-04}$	$7,9 \cdot 10^{-05}$
Sr	$2,8 \cdot 10^{-04}$	$6,6 \cdot 10^{-05}$	$7,2 \cdot 10^{-04}$	$3,3 \cdot 10^{-04}$
Ti	$3,4 \cdot 10^{-05}$	$2,0 \cdot 10^{-04}$	$2,0 \cdot 10^{-04}$	$1,1 \cdot 10^{-04}$
V	$3,3 \cdot 10^{-05}$	$2,4 \cdot 10^{-05}$	$3,8 \cdot 10^{-05}$	$4,5 \cdot 10^{-05}$
Zn	$1,6 \cdot 10^{-03}$	$9,1 \cdot 10^{-04}$	$6,2 \cdot 10^{-04}$	$2,1 \cdot 10^{-03}$
Mn	$1,1 \cdot 10^{-02}$	$1,8 \cdot 10^{-02}$	$1,0 \cdot 10^{-04}$	$2,7 \cdot 10^{-03}$

Анализ таблиц 1 и 2 показывает, что наиболее обогащены элементами плоды рябины: Na, K, Ca, Mg, B, Fe, Zn, Co, Cu, Mo, Al, Cr, Li, Ni, V. Такие элементы, как Pb, Sr, Ti, дичше других ягод концентрирует калина. Она же существенно (после рябины) обогащена Na, K, Zn, Li, Cu, Co, Fe, Mg, Mo. В клюкве найдены максимальные значения Mn, Ag, Ti. В бруснике найдено максимальное количество Ba и повышенное (после рябины) количество Fe. Двумя методами обнаружены Fe, Zn, Li. Сравнение результатов содержания Fe, Zn, Li, определенных методами ААС и АЭС, указало на их сходимость, что позволило судить о корректности полученных данных.

#### **Выводы.**

1. Методами ПФ, ААС и АЭС определено содержание 21 элемента в золе рябины, калины, брусники и клюквы;
2. Подобраны оптимальные условия для проведения атомно-эмиссионного анализа;
3. Установлено, что ягодой, содержащей больше всего элементов, является рябина. Чуть меньше элементов содержит клюква и калина, еще меньше брусника.

#### **Литература**

1. Ноздрюхина Л.Р., Гринкевич Н.И. Нарушение микроэлементного обмена и пути его коррекции. М.: Наука, 1980. 112 с.
2. Фаращук Н.Ф., Яснецов В.С., Якушев П.Ф. Медицинское значение химических элементов и неорганических соединений. Смоленск: Наука, 1998. 68 с.
3. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. Н-ск: СО РАН. 2001. 260 с.
4. Ильин В.Б., Сысо А.И. Особенности микроэлементного состава почв Западной Сибири и их отражение в региональной биогеохимии, экологии, почвоведении // Сибирский экологический журнал. 2004. №3. С. 259–268.
5. Экология Западной Сибири. Тяжелые металлы и радионуклиды // Сб. под ред. чл.-корр. Г.В. Полякова. Н-ск: СО РАН. 1996. 248 с.
6. Internet сайты.
7. Гильберт Э.Н., Шабанова О.В. Современные многоэлементные методы анализа объектов окружающей среды // Сибирский химический журнал. 1992. Вып. 3. С. 5–14.
8. Отмахов В.И., Петрова Е.В. и др. Атомно-эмиссионная методика анализа грибов на содержание тяжелых металлов и использование ее для целей экомониторинга // Журнал Известия ТПУ. Вып. 6. Т.307. 2004. С. 51.

## ЗНАЧЕНИЕ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ДИАГНОСТИКЕ ВИДОВ РОДА ЧЕРЕДА

А. Б. Шилова

Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия

Научный руководитель: Н. В. Исайкина, к.ф.н.,  
доц. кафедры фармакогнозии с курсами ботаники и экологии

Род череда – *Bidens* L. семейства Сложноцветных (*Asteraceae*) включает в себя восемь видов: *B. bipinnata* L., *B. tripartita* L., *B. Pilosa*, *B. cernua* L., *B. radiata* Thuill., *B. Kamtschatica* Vass., *B. Parviflora* Willd, *B. frondosa* L. Только три из них встречаются во флоре Сибири. [1] В официальной медицине используют траву череды трехраздельной (*B. tripartita* L.) в качестве наружного противовоспалительного средства. [2] В растительных сообществах на территории Российской Федерации (РФ) вместе с чередой трехраздельной часто встречаются близкие к ней виды – череда лучевая (*B. radiata* Thuill.) и череда поникшая (*B. cernua* L.) Ареал и местообитание этих видов совпадают и при заготовке травы череды могут быть собраны близкие виды: череда поникшая и ч. лучистая.

Нами в 2012 году был разработан проект новой Фармакопейной статьи (ФС) «Череды трава» – «*Bidentis herba*», отвечающий современным требованиям, предъявляемым к нормативной документации на лекарственное растительное сырье. При разработке методик стандартизации травы череды было проведено исследование анатомических признаков надземной части череды трехраздельной, ч. поникшей и ч. лучистой.

Таблица 1

Морфологические признаки видов рода череда

Анатомический признак (трихомы)	Эпидермис верхней стороны листа		
	<i>Ч. трехраздельная</i>	<i>Ч. поникшая</i>	<i>Ч. лучевая</i>
Тонкостенные волоски	9–18 клеток	5–9 клеток	5–6 клеток
Толкостенные волоски	2–13 клеток	5–9 клеток	2–6 клеток
Анатомический признак (трихомы)	Эпидермис наружного листочка обертки		
	<i>Ч. трехраздельная</i>	<i>Ч. поникшая</i>	<i>Ч. лучевая</i>
Тонкостенные волоски	6–12 клеток	6–10 клеток	5–11 клеток
Толкостенные волоски	2–4 клеток	4–5 клеток	2–4 клеток

В результате исследования было установлено, что принципиальных различий между анатомическими признаками данных видов нет. Существуют небольшие отличия в строении

трихом листа и листочков обвертки. Поэтому установленные нами незначительные анатомические отличия между видами можно использовать для диагностики цельного сырья. Возникла необходимость использования других методов для достоверной диагностики сырья череды.

По данным литературы и собственных исследований основной группой действующих веществ череды трехраздельной являются фенольные соединения [3, 4], в частности флавоноиды, качественный состав которых отличается от флавоноидов близких видов. Наиболее достоверным методом выявления различий состава флавоноидов является хроматографический анализ.

Таблица 2

**Результаты количественного определения БАВ травы череды**

Аскорбиновая кислота, мг%	Фенольные соединения, %	Флавоноиды, %	Дубильные вещества, %	ПС (сумма)	
				Гравиметрический метод, %	Спектрофотометрический с пикриновой кислотой, %
0,56 ± 0,04	4,17 ± 0,21	2,86 ± 0,04	2,31 ± 0,14	8,06 ± 0,13	21,56 ± 0,67

Цель данной работы состояла в том, чтобы изучить и выбрать оптимальные условия хроматографирования, которые позволят достоверно отличить фенольные соединения травы череды от примесных видов.

Объектами исследования служили серийные образцы, официальное сырье и другие виды рода череда, собранные в природе, в естественных местах произрастания РФ в 2010 г.

Для решения поставленной цели использовали следующие материалы: «Merck» марки «Silica gel 60 F<sub>254</sub>» (Германия) и «Сорбфил» марки ПТСХ-АФ-В-УФ (Россия). Спиртовые извлечение надземной части ч. трехраздельной, ч. поникшей и ч. лучистой готовили в соотношении сырья и экстрагента 1:40 на 70% спирте этиловом.

В результате проведенных опытов с различными хроматографическими пластинками и системами, содержащими в различных соотношениях бутанол, ледяную уксусную кислоту и воду, было установлено, что наиболее четкое разделение доминирующих биологически активных соединений (БАС) удается достичь на пластинках «Merck» марки «Silica



gel 60 F<sub>254</sub>» в системе растворителей бутанол – ледяная уксусная кислота – вода (4:1:2). Хроматограммы детектировали в УФ-свете.

При детектировании хроматограмм в УФ – свете при длине волны 254 нм обнаружили доминирующие пятна темно-коричневого цвета:

– извлечение на 70% этиловом спирте из травы череды (трехраздельной) с  $R_f = 0,25$  и  $R_f = 0,68$ ;

– извлечение на 70% этиловом спирте из череды поникшей (надземная часть) с  $R_f = 0,25$  и  $R_f = 0,75$ ;

– извлечение на 70% этиловом спирте из череды лучистой (надземная часть) с  $R_f = 0,25$  и  $R_f = 0,94$ .

При длине волны 365 нм установлено, что:

– извлечение травы ч. трехраздельной содержит не менее 5 пятен фенольной природы: 1 – желтое, 3 – коричневых и 1 – голубое;

– извлечение ч. поникшей имеет не менее 10 пятен фенольной природы: 4 – желтых, 2 – коричневых, 4 – сине-фиолетово-голубых;

– извлечение ч. лучистой содержит не менее 6 пятен фенольной природы: 2 – желтых, 1 – коричневое, 3 – сине-голубых.

Пятна с желто-зеленой флюоресценцией отнесены нами к агликонам флавоноидов; коричневые и темно-коричневые – к гликозидам производным флавоноидов; голубые, синие и сине-фиолетовые – к кумаринам, фенолокислотам, флавоноидам (5-гидроксифлавоном и изофлавоноидом).

### **Выводы:**

1. Хроматографическое исследование позволило выявить достоверные отличия в качественном составе фенольных соединений трех видов череды.

2. Для получения наиболее четких результатов предлагаем использовать хроматографические пластинки «Merck» марки «Silica gel 60 F<sub>254</sub>», детектирование проводить в УФ-свете при длине волны 254 нм.

### *Литература*

1. Флора Сибири. Т. 13: Asteraceae (Compositae) / Сост. И.М. Красноборов, М.Н. Ломоносова, Н.Н. Тупицина и др.: В 14 т. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1997. С. 61–63.

2. Государственная фармакопея СССР. Вып. 1. 11-е изд., доп. М., 1987. 336 с.
3. Муравьева Д.А. Фармакогнозия / Д.А. Муравьева, И.А. Самылина, Г.П. Яковлев. М.: Медицина, 2002. 462 с.
4. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейство Астровые – Asteraceae. Л.: Наука, 1985. С. 76–79.

## **АКТИВНОСТЬ ОКСИДОРЕДУКТАЗ В ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ ОЛИГОТРОФНОГО БОЛОТА**

*С. В. Шкрёбова, Х. Б. Петрова, В. В. Яковлева*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: Е. В. Порохина, к.биол.н., доц.

Западная Сибирь является одним из самых заболоченных регионов мира. Площадь болотных почв здесь составляет более 32 млн. га, а заторфованность отдельных территорий достигает 80%. При этом биологическая активность торфяных почв, особенно олиготрофного типа изучена еще недостаточно [1, 2].

Одним из информативных показателей биологической активности является активность ферментов, которая определяется химическими и физико-химическими свойствами торфов, содержанием органического вещества, жизнедеятельностью микроорганизмов и т. д. [2–4]. Особое внимание исследователи уделяют ферментам из класса оксидоредуктаз, таким как каталаза, полифенолоксидаза и пероксидаза, которые принимают активное участие в окислительно-восстановительных реакциях трансформации и гумификации органического вещества. Каталаза является одним из наиболее изученных в почвах ферментов. В результате действия каталазы происходит разложение ядовитой для живых клеток перекиси водорода на воду и кислород. Высокоактивный кислород, образующийся в результате этой реакции, играет важную роль в переносе электронов при синтезе органических соединений [5]. Согласно некоторым исследователям, активность каталазы непосредственно связана с общей численностью и деятельностью основных групп микроорганизмов в почве [6, 7]. Активность ферментов полифенолоксидазы и пероксидазы является показателем интенсивности процессов гумификации разлагающихся в торфяных почвах органических веществ [2, 8].

Целью работы является изучение активности ферментов каталазы, полифенолоксидазы и пероксидазы в олиготрофных торфяных почвах болота Васюганское.

**Объекты и методы исследований.** Исследования на торфяном болоте олиготрофного типа Васюганское (Бакчарский район) проводились в пределах научно-исследовательского стационара «Васюганье». Стационар расположен в 145 км на СЗ от г. Томска, в 22 км на восток от р. ц. Бакчар. Для исследований были выбраны два пункта наблюдений. Высокий рям (пункт 2) представляет собой окраину верхового водораздельного массива. В основании торфяного профиля располагается слой низинного осокового торфа высокой степени разложения (65 %), выше залегает древесно-сфагновый торф (50–75 см), затем древесно-травяной (25–50 см). С поверхности торфяные почвы сформированы сосново-пушицевым торфом (0–25 см). Высокий рям по направлению к центру болота переходит в низкий рям (пункт 3). Залежь низкого рьяма имеет смешанный топяной вид строения. Верховой торф представлен двумя видами – слабой степени разложения фускум торф и средней степени разложения магелланикум. В основании торфяного профиля лежит слой хвощевого низинного торфа высокой степени разложения (50%). Над ним более мощный слой осокового низинного торфа (степень разложения 40–50%). На контакте двух пластов – верхового и низинного – располагается слой торфа переходного типа, отложенный когда-то существовавшими здесь мезотрофными растительными сообществами – древесно-осоковым и древесно-сфагновым. Подстилающими породами на обоих пунктах наблюдений являются глины. Более подробная характеристика пунктов наблюдений приведена в работе [9].

Для характеристики ферментативной активности олиготрофных торфяных почв болота Васюганское на исследуемых пунктах в 2011 г. проводился отбор проб торфа на анализ торфяным буром ТБГ-1 через каждые 25 см на всю глубину торфяного профиля до минерального грунта.

Активность каталазы определялась по методу Ю.В. Круглова и Л.Н. Пароменской [2] и выражалась в мл  $O_2$ , выделяющегося за 2 мин на 1 г с.т. (далее по тексту – ед.). Полифенолоксидазная и пероксидазная активность определялась

по методу Л.А. Карягиной и Н.А. Михайловской [2] и выражалась в мг 1,4-бензохинона /г\*30 мин (далее – ед.). Полученные данные обработаны статистически при помощи программы Microsoft Office Excel.

**Результаты исследований.** Каталазная активность в торфяных почвах болота Васюганское изменялась от 0,91 до 12,23 ед., при среднем значении 4,08 ед. (Рис. 1). Активность фермента в почвах пунктов 2 и 3 изменялась в пределах 4,42–12,23 ед. и 0,91–2,80 ед. соответственно. Ранее исследователями [1, 2] был установлен низкий уровень каталазной активности в торфяных почвах олиготрофного типа Западной Сибири (от 0,24 до 1,64 ед., при среднем значении 0,26 ед.). Каталазная активность в исследуемых пунктах, особенно в торфяных почвах пункта 2 значительно выше и приближается к уровню каталазной активности в эвтрофных торфяных почвах. В то же время полученные результаты, особенно по пункту 3, сопоставимы с данными белорусских исследователей по каталазной активности олиготрофного болота (3,0–5,5 ед.) [5].

Среди изучаемых пунктов наблюдений более высокой каталазной активностью отличались торфяные почвы пункта 2 (в среднем каталазная активность составила 8,23 ед.), по сравнению с почвами пункта 3 (в среднем – 1,71 ед.). Это связано прежде всего с ботаническим составом торфов, более благоприятными для действия каталазы значениями обменной кислотности и лучшими условиями аэрации в торфяных почвах пункта 2.

Так, почвы пункта 2 сложены практически полностью, за исключением верхнего слоя 0-25 см, переходным древесно-пушицевым видом торфа ( $pH_{обм}=3,26-5,07$ ). В то время как торфяной профиль пункта 3 состоит до глубины 2 м из торфов олиготрофного типа с более кислой реакцией среды ( $pH_{обм}=2,39-3,66$ ). Только нижний придонный слой сложен хвощевым низинным видом торфа, имеющим и самое высокое значение каталазы. Наиболее активно реакции, катализируемые каталазой, протекают в почвах пункта 2 в верхнем хорошо аэрированном слое (0–50 см), а вглубь по профилю их интенсивность снижается, о чем свидетельствуют значения фермента.

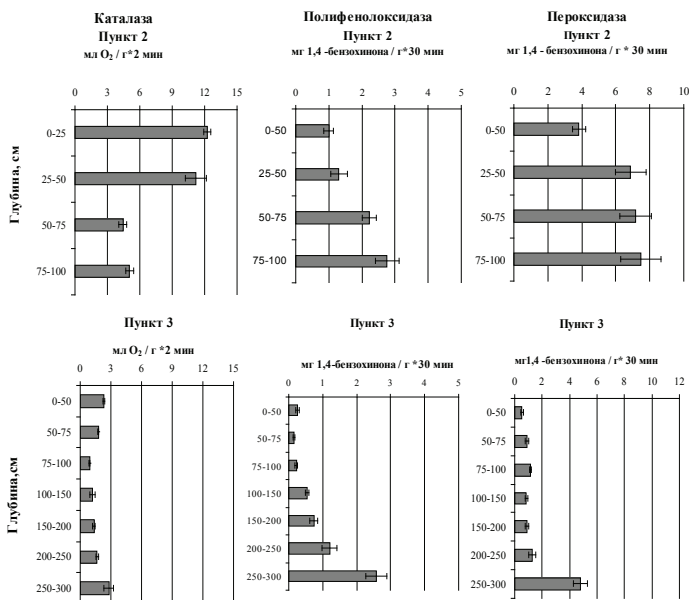


Рис. 1. Активность оксидоредуктаз в олиготрофных торфяных почвах болота Васюганское

Активность полифенолоксидазы в торфяных почвах болота изменялась в пределах 0,15–2,76 ед., при среднем содержании 1,18 ед. (см рисунок). С глубиной в торфяных почвах пунктов наблюдений отмечается тенденция к увеличению активности полифенолоксидазы. Полученные результаты по полифенолоксидазной активности сопоставимы с литературными данными [1, 2]. В целом процессы гумификации более активно (в среднем в 2,2 раза) протекают в торфяных почвах пункта 2, о чем свидетельствуют значения полифенолоксидазы. Это объясняется ботаническим и соответственно, химическим составом торфов. Торфяные почвы пункта 2, за исключением верхнего слоя 0–25 см сложены мезотрофными древесно-травяными видами торфов, которые по сравнению с олиготрофными видами содержат высокое количество гуминовых кислот и обладают, соответственно, повышенной активностью полифенолоксидазы. Известно, что присутствие более гумифицированных древесных

остатков в составе торфа указывает и на более высокую активность фермента [2, 9]. В торфяных почвах пункта 3, которые характеризуются меньшим содержанием гуминовых кислот [9], отмечаются и более низкие значения полифенолоксидазы.

Результаты исследований активности пероксидазы показали, что она варьировала на исследуемых пунктах в пределах 0,54–7,46 ед. при среднем значении 3,25 ед. Более высокой активностью пероксидазы (в 4,2 раза) отличались торфяные почвы пункта 2. Более активно процессы, протекающие с участием пероксидазы, происходят в нижней, постоянно переувлажненной части торфяного профиля обоих пунктов наблюдений.

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено:

1. Активность оксидоредуктаз в торфяных почвах болота Васюганское определяется ботаническим составом торфов, слагающих торфяные почвы, который в свою очередь зависит от химического состава торфов.

2. Наиболее активно окислительно-восстановительные процессы с участием каталазы, полифенолоксидазы и пероксидазы протекают в торфяных почвах пункта 2, отличающиеся по ботаническому составу и характеризующиеся лучшим условиями аэрации и более высоким содержанием гуминовых кислот.

3. В олиготрофных почвах болота Васюганское с глубиной отмечается тенденция к увеличению активности полифенолоксидазы и пероксидазы, что свидетельствует о более интенсивном процессе гумификации, протекающем в глубоких слоях торфяного профиля. В верхней части профиля торфяных почв болота Васюганское, особенно в почвах пункта 2, выше активность каталазы.

#### *Литература*

1. Савичева О. Г., Инишева Л. И. Биологическая активность торфяных болот // Сибирский экологический журнал. 2000. № 5. С. 607–614.
2. Инишева Л. И., Ивлева С. Н., Щербакова Т. А. Руководство по определению ферментативной активности торфяных почв и торфов. Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2003. 122 с.
3. Ефремова Т. Т. Регрессионный анализ окислительно-восстановительного потенциала и активности ферментов в осушенных почвах. // НДВШ. Биол. Науки, 1978. №5. С. 115–121.

4. Славнина Т. П., Инишева Л. И. Биологическая активность почв Томской области. Томск: Изд-во ТГУ, 1987. 216 с.
5. Купревич В. Ф. Почвенная энзимология // Научные труды: В 4 т. Минск: Наука и техника, 1974. Т.4. 404 с.
6. Щербакова Т. А. Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества. Минск.: Наука и техника, 1983. 222 с.
7. Зименко Т. Г. Микробиологические процессы в мелиорированных торфяниках Белоруссии и их направленное регулирование. Мн.: Наука и техника, 1977. 208 с.
8. Гулько А. Е., Хазиев Ф. Х. Фенолоксидазы почв: продуцирование, иммобилизация, активность // Почвоведение. 1992. № 11. С. 55-67.
9. Инишева Л. И., Виноградов В. Ю., Голубина О. А., Ларина Г. В., Порохина Е. В., Шинкеева Н. А., Шурова М. В. Болотные стационары Томского Государственного педагогического университета: коллективная монография. Томск.: Изд-во ТГПУ, 2010. 148 с.

## **ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫЕ РАСТЕНИЯ СМЕШАННОГО ЛЕСА РАЙОНА БАЗЫ ПРАКТИК ТГПУ С. КИРЕЕВСКА**

*М. А. Юрьева, Ю. С. Белянцева, А. Г. Ивлева, И. Б. Минич*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Изучение биологического разнообразия является одним из приоритетных направлений биологических наук. [1]. Одной их характерных черт лесов является видовое разнообразие растений, что обеспечивает стабильность экосистемы [2]. Однако в связи с антропогенным воздействием происходит исчезновение видов растений на планете, что приводит к сокращению численности лесов. Изучением видового разнообразия лесов в Томской области занимаются уже более 100 лет [3]. В результате многолетних исследований изучен и описан видовой состав различных типов леса на территории Томска. Однако территория смешанного березово-соснового леса расположенного в районе базы практик ТГПУ изучена недостаточно.

**Целью работы** является изучение видового состава древесно-кустарниковых растений смешанного березово-соснового леса района базы практик ТГПУ с. Киреевска.

**Методика.** Объектами исследований являлись древесно-кустарниковые растения, произрастающие в фитоценозе смешанного березово-соснового леса, расположенного в районе

базы полевых практик Томского государственного педагогического университета (ТГПУ). База полевых практик расположена в 3 км от с. Киреевска (56°23' 68 с.ш., 84°4'41.88 в.д.)

Район исследования занимает площадь около 8 км<sup>2</sup>. Он с запада ограничен высоким правым берегом р. Оби, с юга с. Киреевском, с востока автомобильной трассой Победа – Киреевск, с севера грунтовой дорогой, проходящей от р. Обь до трассы Победа – Киреевск перпендикулярно трассе.

Изучение видового разнообразия смешанного березово-соснового леса проводилась маршрутным методом [4], в различных направлениях. Видовая принадлежность и латинские названия видов исследуемых растений определялась на месте по определителям и даны в соответствии с «Флорой Западной Сибири» П.Н. Крылова [5]. Семейства и виды в конспекте приведены по системе А. Энглера и А.Л. Тахтаджяну [6].

Материалы получены в ходе полевых исследований, проведенных в период с 10 июля по 10 июня 2011–2013 гг.

***Результаты и обсуждение.*** Результаты исследований показали, что на исследуемой территории насчитывается 19 видов древесных растений, относящихся к 15 родам и 9 семействам. Древесные растения относятся к двум основным отделам царства растений – отделу голосеменные (Gymnospermae) и отделу покрытосеменные (Angiospermae). Отдел голосеменные представлен одним семейством, 4 родами и 4 видами. Отдел покрытосеменные представлен 8 семействами, 12 родами, 15 видами (табл. 1–2).



Таблица 1

**Конспект видов древесных растений произрастающих  
в смешанном березово-сосновом лесу района базы  
практик ТГПУ с. Киреевска (на 10.07.2013)**

Семейство	Вид	Тип жиз- ненной формы расте- ний	Жизненная форма рас- тений по положе- нию почек возобнов- ления	Родина
1	2	3	4	5
Отдел голосеменные (Gymnospermae) Класс хвойные (Pinopsida)				
Сосновые (Pinaceae Lind.)	Пихта сибирская ( <i>Abies sibirica</i> Ledeb.)	Вечно- зеленое дерево	Фанерофит	Сибирь, Урал, Северо- Восток европейской части России, Северный и Северо-Западный Китай, Северный Казахстан, Монголия
	Ель сибирская ( <i>Picea obovata</i> Ledeb.)	Вечно- зеленое дерево	Фанерофит	Сибирь, Северная Европа, Монголия, Казахстан, Северная Маньчжурия
	Сосна сибирская или кедровая, ( <i>Pinus</i> <i>sibirica</i> (Rupr.) Mayr. или <i>Pinus sibirica</i> Du Tour)	Вечно- зеленое дерево	Фанерофит	Сибирь, Урал, Северо- Восток европейской части России
	Сосна обыкновенная ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)	Вечно- зеленое дерево	Фанерофит	Европа, Урал, Сибирь, Манчжурия, Монголия, Средняя Азия
Отдел покрытосеменные (Magnoliophyta) Класс двудольные (Magnoliopsida)				
Ивовые (Salicaceae Mirb.)	Тополь дрожащий, или Осина ( <i>Populus</i> <i>tremula</i> L.)	Листо- падное дерево	Фанерофит	Европа, Сибирь
Березовые (Betulaceae Gray.)	Береза бородав- чатая, или Береза повислая ( <i>Betula</i> <i>verrucosa</i> Ehrh. или <i>Betula pendula</i> Roth.)	Листо- падное дерево	Фанерофит	Евразия
	Береза пуши- стая, или Береза белая ( <i>Betula album</i> ) ( <i>Betula pubescens</i> Ehrh.)	Листо- падное дерево	Фанерофит	Европа, Сибирь, Средняя Азия

Окончание таблицы 1

Крыжовниковые (Grossulariaceae DC.)	Смородина колосистая, или кислица ( <i>Ribes spicatum</i> Robson.)	Листопадный кустарник	Фанерофит	Европейская часть России, Сибирь
Розовые (Rosaceae Juss.)	Рябина обыкновенная ( <i>Sorbus aucuparia</i> L.)	Листопадное дерево	Фанерофит	Евразия
	Боярышник кроваво-красный ( <i>Crataegus sanguinea</i> Pall.)	Листопадный кустарник	Фанерофит	Европа, Сибирь,
	Малина обыкновенная ( <i>Rubus idaeus</i> L.)	Листопадный полукустарник	Гемикриптофит	Европа, Сибирь, Средняя Азия
	Черемуха обыкновенная ( <i>Prunus padus</i> L.)	Листопадное дерево	Фанерофит	Европа, Сибирь, Кавказ, Турция, Афганистан, Гималаи
	Шиповник иглистый ( <i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	Листопадный кустарник	Фанерофит	Евразия, Северная Америка
	Шиповник майский ( <i>Rosa majalis</i> Hegrm.)	Листопадный кустарник	Фанерофит	Европейская часть России, Сибирь, Средняя Азия
Вересковые (Ericaceae Juss.)	Брусника ( <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.)	Листопадный зимне-зеленый кустарничек	Хамефит	Европа, Азия, Северная Америка
	Черника ( <i>Vaccinium myrtillus</i> L.)	Листопадный кустарничек	Хамефит	Европа, Азия, Северная Америка, Монголия
Жимолостные (Caprifoliaceae Juss.)	Жимолость обыкновенная ( <i>Lonicera xylosteum</i> L.)	Листопадный кустарник	Фанерофит	Европа, Сибирь
Калиновые (Viburnaceae)	Калина обыкновенная ( <i>Viburnum opulus</i> L.)	Листопадный кустарник	Фанерофит	Европа, Сибирь, Средняя и Малая Азия, Африка
Кизиловые (Cognaceae Bercht.)	Свида белая, или Дерен белый ( <i>Swida alba</i> (L.) Opiz), ( <i>Cornus alba</i> (L.) Poirark)	Листопадный кустарник	Фанерофит	Евразия

Таблица 2

**Соотношение видов древесных растений отделов голосеменных и покрытосеменные произрастающих в смешанном березово-сосновом лесу района базы практик ТГПУ с. Киреевска**

Отделы растений	Абсолютное число видов
Gymnospermae	4
Angiospermae	15

Большее число видов растений отдела покрытосеменные связано с тем, что эта группа растений на современном этапе является наиболее эволюционно развитой группой. Наибольшее число видов зарегистрировано в семействе Rosaceae, которое представлено 6 видами, и в семействе Pinaceae – 4 видами. Остальные семейства представлены небольшим числом видов (табл. 3).

Таблица 3

**Соотношение числа видов древесных растений смешанного березово-соснового леса района базы практик ТГПУ с. Киреевска**

Семейства растений	Абсолютное число видов
Pinaceae	4
Rosaceae	6
Betulaceae	2
Ericaceae	2
Caprifoliaceae	1
Salicaceae	1
Viburnaceae	1
Grossulariaceae	1
Cornaceae	1

Адаптация растений к определенному местообитанию отражается в его жизненной форме [7]. Жизненная форма вырабатывается в процессе эволюции растений. Ее признаки закрепляются в генотипе и проявляются в онтогенезе при определенных условиях окружающей среды. Древесные растения, произрастающие в смешанном лесу на основе эколого-морфологической классификации представлены несколькими жизненными формами – деревьями, кустарниками, кустарничками и полукустарниками, среди которых по ритму развития листвы имеются как вечнозеленые, так и листопадные растения (табл. 4).

Таким образом, в смешанном лесу по типу жизненной формы преобладают деревья, на их долю приходится 47,4% от общего числа видов, кустарники составляют – 36,8%, кустарнички – 10,5%, полукустарники – 5,3%. Такое соотношение древесно-кустарниковых видов отражает лесной характер флоры.

Таблица 4

**Соотношение жизненных форм древесных в смешанном березово-сосновом лесу района базы практик ТГПУ с. Киреевска**

Типы жизненных форм растений	% от общего числа видов растений
Деревья	47,4
Кустарники	36,8
Полукустарники	10,5
Кустарнички	5,3

По ритму развития листвы преобладают листопадные формы – они составляют 80%, вечнозеленые – 20% (табл. 5).

Таблица 5

**Соотношение видов древесных растений по ритму развития листвы в смешанном березово-сосновом лесу района базы практик ТГПУ с. Киреевска**

Типы жизненных форм растений по ритму развития листвы	% от общего числа видов растений
Вечнозеленые деревья	21,0
Листопадные деревья	26,2
Листопадные кустарники	37,0
Листопадные полукустарники	5,3
Листопадные кустарнички	10,5

Преобладание листопадных видов деревьев связано с климатическими условиями произрастания растений, как приспособление к перенесению неблагоприятных условий среды. По классификации Раункиера абсолютное доминирование приходится на фанерофиты, они составляют 85%, хамефиты, представлены небольшим количеством видов, что составляет – 10%, гемикриптофиты – 5% от общего числа видов (табл. 6).

Таблица 6

**Соотношение видов жизненных форм растений по расположению почек возобновления в смешанном березово-сосновом лесу района базы практик ТГПУ с. Киреевска**

Жизненные формы растений	% от общего числа видов растений
Фанерофиты	84,2
Хамефиты	10,5
Гемикриптофиты	5,3

Такая стратегия переживания неблагоприятного периода связана с климатическими условиями произрастания растений.

Таким образом, для смешанного березово-соснового леса расположенного в районе базы практик ТГПУ с. Киреевска, характерно небольшое число видов древесных растений, что связано с четвертичным оледенением, которое уничтожило третичные леса [8]. Древесные растения представлены основным типом жизненной формы – листопадными деревьями фанерофитами.

### *Литература*

1. Биологические основы охраны редких и исчезающих растений Сибири. Новосибирск : Наука, 1990. 238 с.
2. Седых В.Н. Лесообразовательный процесс. Новосибирск.:Наука. 2009. 164 с.
3. Амельченко В.П., Зайкова Е.В. Изучение уровней таксономического разнообразия сохраняемой природной флоры Томской области в условиях заповедного парка СИББС при ТГУ // Чтение памяти Ю.А. Львова: Материал II Межрегиональной экологической конференции. Томск: Томский гос. ун-т, 1998. С. 116–117.
4. Лукаткин А.С., Левин В.К., Лещанкина В.В. Полевые методы исследований растений. Саранск: Изд-во. Мордов. ун-та, 2004. 160 с.
5. Крылов П.Н., Шишкина Б.К., Сергиевской Л.П., Ревердатто Л.Ф., Штейнберга Л.И., Сумневича Г.П., Флора Западной Сибири в 12 т. Изд-во. Томск, 1927–1964.
6. Жизнь растений : в 6 т./ под ред. Тахтаджян А.Л.. Москва: Изд. Просвещение, 1981. Т. 4–6.
7. Barkman J.J. New systems of plant growth forms and phonological plant types // Plant from and vegetation structure / ed. By M.J.A. Werger. The Hague : SPB Academic Publish, 1988. P. 9–44.
8. Шумилова Л.В. Ботаническая география Сибири. Томск: Изд-во Томского университета, 1962. 520 с.

## СОСТАВ «СВЯЗАННЫХ» СОЕДИНЕНИЙ В МАСЛАХ ПРИРОДНОГО БИТУМА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИХ ХИМИЧЕСКОЙ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ

*Т. В. Чешкова, О. С. Баканова*

*Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия*

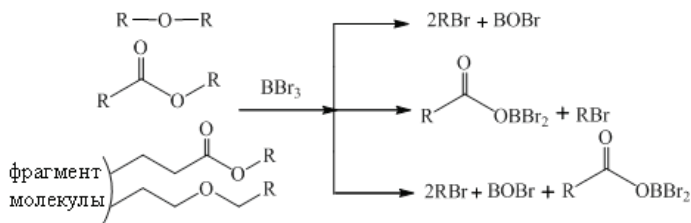
Научный руководитель: В. Р. Антипенко, д.хим.н., проф.

Информация о составе масел, смол и асфальтенов тяжелых высоковязких нефтей и природных битумов необходима для решения проблем их добычи, транспортировки и переработки. Для перечисленных объектов даже анализ масел методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектором (ГХ-МС) дает ограниченную информацию. Это обусловлено тем, что в хроматограммах наряду с пиками идентифицируемых соединений присутствует так называемый «горб», в котором сосредоточено до 90–95% компонентов масел. Состав этих соединений, названных в [1–3] «неразделяемая сложная смесь» (НСС), не поддается идентификации традиционным вариантом ГХ-МС. В работе [4] установлено заметное изменение относительного содержания и состава гопанов, алкилбензолов, нафталинов, дибензотиофенов в летучих продуктах флэш-пиролиза масел природного асфальтита при изменении температуры пиролиза от 400 до 650°C. Эти результаты указывают на наличие в маслах компонентов, в которых некоторые соединения находятся в «связанной» форме. В [5, 6] предложены методики разрыва эфирных и сульфидных мостиков в молекулах нефтяных компонентов и установлено, что эти структурные элементы присутствуют в молекулах асфальтенов. Такой тип связи между структурными фрагментами, наряду с полиметиленовыми мостиками, может быть характерен и для масел нефтей и природных битумов. Целью настоящей работы является выявление и установление строения «связанных» фрагментов молекул масел природных битумов.

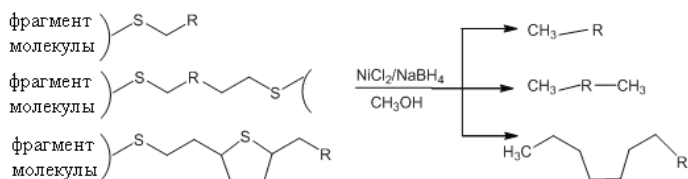
Исследования проведены на маслах (МАО), выделенных согласно методике [7] из природного битума Ашальчинского месторождения (Татарстан) [8]. Для разрыва простых и сложнотерпеноидных связей в молекулах МАО использовали реакции с  $BBr_3$  [5, 6].

Процесс, протекающий по схеме, приведенной ниже, сопровождается образованием растворимого и нерастворимого продуктов с выходом, соответственно, 89 и 11% масс. Для установления строения фрагментов  $R$  в исходных эфирах образовавшиеся бромиды, содержащиеся в обоих продуктах, были подвергнуты восстановлению алюмогидридом лития [9].

Продукты восстановления были очищены колоночной хроматографией на силикагеле от смолистых полярных побочных продуктов. Анализировались неполярные фракции (ПВРБ-НФ, ПВНБ-НФ).



Для разрушения C-S связи в сульфидных мостиках использовали реакцию, протекающую по схеме:



Где  $R$  – искомым «связанный» структурный фрагмент. Условия реакции позволяют быстро и эффективно разрушать C-S связь в алифатических и насыщенных циклических фрагментах молекул нефтяных компонентов. Сера сульфидных мостиков удаляется в виде сероводорода, который связывается, образуя сульфид никеля.

Полученный продукт разрушения сульфидных мостиков (ПРСМ) анализировался без разделения.

Исходные МАБ, а также полученные продукты их химической модификации были проанализированы с помощью ГХ-МС с использованием DFS прибора «TERMO-scientific». В хроматографе использовали кварцевую капиллярную колонку TR5MS длиной 30 м и внутренним диаметром 0,25 мм. Хроматографическое разделение проводили в режиме программированного подъема температуры от 80 до 300 °С со скоростью 4 град/мин и затем в течение 30 мин при конечной температуре. Газ носитель – гелий.

Кроме того, были проанализированы летучие продукты двухступенчатого (300, 600°С, 20 с) флэш-пиролиза МАБ. Методика проведения флэш-пиролиза и условия ГХ-МС анализа летучих продуктов в режиме «on-line» подробно описаны в [4].

Сопоставительный анализ МАБ, ПВРБ-НФ, ПВНБ-НФ, ПРСМ с помощью ГХ-МС свидетельствует о том, что разрушение сульфидных и эфирных мостиков в компонентах МАБ приводит к заметному изменению в масс-хроматограммах некоторых идентифицированных соединений. Как видно из рис. 1, в продуктах химической деструкции по сравнению с МАБ возрастает относительное содержание гомологов алкилтриметилбензолов состава  $C_{13}-C_{16}$  ( $m/z=133+134$ ).

Кроме того, возрастает отношение изопреноидных алканов – пристан/фитан ( $m/z=57+113$ ). От 0,11 для МАБ до 0,52 для ПВЖБ и 0,70 для ПРСМ, соответственно. Четко проявился гомологический ряд алкилциклогексанов  $C_{14}-C_{25}$  ( $m/z=82+83$ ). В исходных МАБ наличие этих соединений было выражено в гораздо меньшей степени.

Только после разрушения сульфидных мостиков по сравнению с МАБ в 2 раза уменьшилось отношение хейлантанов и гопанов ( $m/z=191$ ). Более чем в 2,5 раза уменьшилось отношение хейлантаны/метилфенантрены.



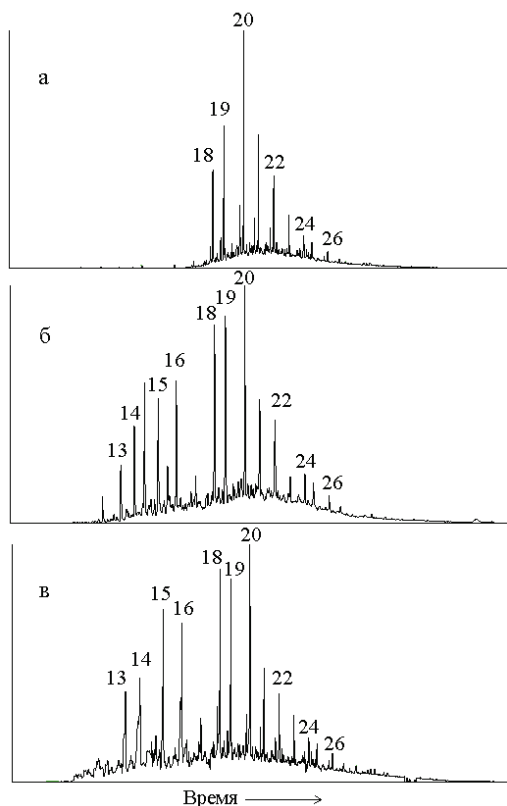


Рис. 1. Масс-хроматограммы по ионам с  $m/z=133+134$  (алкилтриметилбензолы) исходных МАБ (а), ПВЖБ (б) и ПРСМ (в). Цифры соответствуют общему числу атомов углерода в молекуле

В отличие от МАБ, в летучих продуктах их флэш-пиролиза появились бензотиофены ( $m/z=147+161+175$ ) с общим числом атомов углерода в алкильных заместителях ароматического ядра от 1 до 12. Возросло относительное содержание алифатических структур, отношение пристан/фитан. Как видно из рис. 2, среди гопанов резко увеличилась доля гомологов состава  $C_{31}-C_{35}$ .

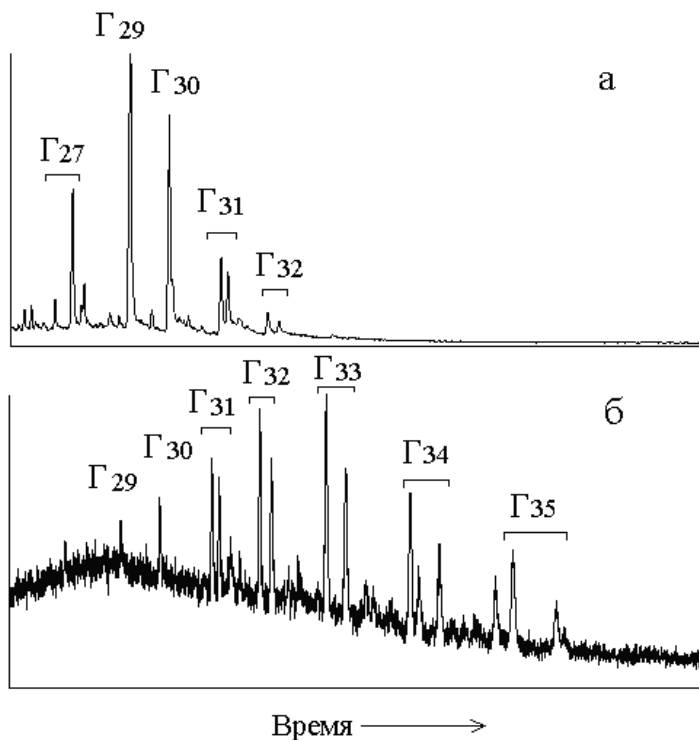


Рис. 2. Масс-хроматограммы по иону с  $m/z=191$  (гопаны) летучих продуктов флэш-пиролиза МАБ при 300°C (а) и 600°C (б). Цифры соответствуют общему числу атомов углерода в молекуле гопанов

Полученные результаты свидетельствуют о наличии «связанных» форм перечисленных типов соединений в составе НСС масел ашальчинского битума. Хотя термическая деструкция в отличие от химической деструкции не дает возможность однозначно определить характер этой связи.

Таким образом, результаты, полученные с использованием селективных химических реакций для разрыва сульфидных и эфирных мостиков в компонентах масел природного битума Ашальчинского месторождения, а также результаты, полученные с использованием флэш-пиролиза масел с после-

дующим анализом полученных продуктов методом ГХ-МС, свидетельствуют о наличии в изученных маслах высокомолекулярных компонентов, в которых некоторые соединения находятся в «связанной» форме. Установлено, что изопреноидные алканы, алкилтриметилбензолы, алкилциклогексаны, хейлантаны, гопаны и фенантрены присутствуют в маслах Ашальчинского природного битума не только в молекулярной форме, но и в «связанном» виде в составе компонентов так называемой «неразделяемой сложной смеси».

#### *Литература*

1. Gough M.A., Rowland S. J. Characterization of unresolved complex mixtures of hydrocarbons in petroleum // *Nature*. 1990. V. 334. № 6267. P. 648–650.
2. Killops S.D., Aljuboori M. Characterization of the unresolved complex mixtures (UCM) in the gas chromatograms of biodegraded petroleum // *Organic geochemistry*. 1990. V. 15. № 2. P. 147–160.
3. van Dongen B.E., Schouten S., Sinninghe Damsté J.S. Sulfurization of carbohydrates in a sulfur-rich, unresolved complex mixture in kerogen pyrolysates // *Energy & Fuels*. 2003. V. 17. № 4. P. 1109–1118.
4. Антипенко В.Р., Меленевский В.Н. Состав летучих продуктов флэш-пиролиза природного асфальтита, его смолисто-асфальтеновых и масляных компонентов // *Нефтехимия*. 2012. Т. 52. № 6. С. 403–412.
5. Peng P., Morales-Izquierdo A., Hogg A., Strausz O.P. Molecular Structure of Athabasca Asphaltene: Sulfide, Ether, and Ester Linkages // *Energy & Fuels*. 1997. V.11. № 6. P. 1171–1187.
6. Strausz O.P., Mojelsky T.W., Faraji F., Lown E.M., Peng P. Additional Structural Details on Athabasca Asphaltene and Their Ramifications // *Energy & Fuels*. 1999. V.13. № 2. P. 207–227.
7. Современные методы исследования нефтей (Справочно-методическое пособие) / Под ред. А.И. Богомолова, М.Б. Темянко, Л.И. Хотынцевой. Л.: Недра, 1984. 431 с.
8. Каюкова Г.П., Романов Г.В., Муслимов Р.Х., Лебедев Н.П., Петров Г.А. Химия и геохимия пермских битумов Татарстана. М.: Наука, 1999. 304 с.
9. Peng P., Morales-Izquierdo A., Lown E. M., Strausz O. P. Chemical structure and biomarker content of Jinchuan asphaltenes and kerogens // *Energy & Fuels*. 1999. V.13. № 2. P. 248–265.

## ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА ВОД ОЗЕР И МОРЕЙ

*Е. А. Ильичев, Е. В. Томилова, О. Н. Деева*

*Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия*  
*Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Научные руководители: Т. Н. Цыбукова, к.хим.н., доц.;  
Е. В. Петрова, к.хим.н., доц.;  
Л. А. Зейле, к.хим.н., доц.;  
О. К. Тихонова, к.хим.н., доц.

### ***Актуальность:***

Установлено, что многие заболевания обусловлены повышенным или пониженным содержанием в организме какого-либо элемента [1]. Академик А.П. Виноградов открыл закон распределения химических элементов в литосфере и биосфере, а также установил, что содержание элементов в живом веществе обратно пропорционально их порядковому номеру в таблице Д.И. Менделеева.

Биогенные элементы Na, K, Ca, Fe, Co, Zn, Cu, Mn и др. играют особую физиологическую роль в работе многих систем организма человека[2].

Натрий – главный внеклеточный ион и поддерживает осмотическое давление плазмы крови на необходимом уровне. Ионы кальция положительно влияют на проницаемость клеточных мембран, играют важнейшую роль в возбуждении и регулировании работы сердца, а также выполняют защитную роль в процессе свертывания крови. Ионы железа входят в состав жизненно важных соединений: гемоглобина, миоглобина, цитохромов, недостаток которых вызывает анемию и малокровие. Кобальт входит в состав витамина B<sub>12</sub> (цианокобаламин), который является фактором роста, стимулирует кроветворение и созревание эритроцитов, активизирует свертывающую систему крови, влияет на обмен углеводов и липидов. Цинк входит в состав многих металлоферментов; один из важнейших – фермент поджелудочной железы карбоксипептидаза, который участвует в биосинтезе гормона инсулина.

Элементы-загрязнители часто называют «тяжелые металлы», т.к. это прежде всего химические элементы с массой 50 а.е.м. и более (хотя к токсичным элементам относят также более

легкие – Be, F, Cl и неметаллы – галогены, As, Sb, Se). Поэтому корректнее использовать термин «токсичные элементы».

В настоящее время установили, что некоторые заведомо токсичные элементы в микроколичествах играют положительную роль в обмене веществ у растений, живых организмов и, в частности, человека:

Cd – стимулирует рост животных; Pb – необходим растениям и животным для углеводного обмена; As – химически близок к фосфору и потому способен замещать его при гликолизе, брожении; участвует в процессах нуклеинового обмена, кроветворения и синтеза гемоглобина; Se – участвует в окислении липидов, разрушении перекисных радикалов; Be – стимулирует обмен веществ некоторых живых организмов; F – ион фтора замещает гидроксид-ион в основном фосфате кальция костной ткани, в неминерализованных тканях и ферментах. На территориях, бедных фтором, распространен эндемический кариес зубов.

Выходит, что понятие «токсичные элементы» не столько качественная категория, сколько количественная. Хотя, безусловно, в первую очередь при экологическом мониторинге природных объектов следует устанавливать содержание в них ртути, свинца, кадмия, сурьмы, мышьяка, хрома [3]. Эти данные нужны прежде всего для определения степени чистоты питьевой воды и продуктов питания. А изучение химического состава природных вод Хакасии представляют значительный интерес в связи с возможным использованием их в лечебных целях[4]. Воды морей, кроме обеспечения хорошего отдыха, укрепления здоровья и иммунитета, содержат микроэлементы, которые могут проникать в кожу и, в определенной мере, восполнять их недостаток в организме человека.

**Цель:** Изучение элементного состава озер Хакасии и вод Черного моря (Крым, Севастополь); Средиземного моря (Турция, Алания), Красного моря (Египет, Шарм-Эль-Шейх).

**Задачи:**

а) исследовать элементный анализ проб воды из 3-х озер Хакасии и 3-х морей;

б) сравнить полученные результаты анализа.

**Материалы и методы:**

1. Степень минерализации рассчитывали путем выпаривания и последующего взвешивания.

2. Для элементного анализа использовали современные физические методы [5]:

а) *Нейтронно-активационный анализ* (НАА). Для данного метода характерна высокая чувствительность и сходимость результатов при анализе природных объектов; возможность определения большого числа элементов (до 30–35 из одной навески образца), малая величина требуемой навески [6]. Образцы анализировали на ядерном реакторе (пос. Спутник, г. Томск), снабженным анализаторной системой «CANBERRA» с детектором из чистого германия. Пробы воды упаривали до сухого остатка, упаковывали в алюминиевую фольгу и вместе со стандартными образцами облучали в вертикальном канале в потоке тепловых нейтронов  $2,2 \cdot 10^{13}$  н/см<sup>2</sup> · сек в течение 7 часов.

б) *Пламенная фотометрия* (на содержание натрия и калия). Определение проводили на атомно-абсорбционном спектрометре SOLAAR M<sub>5</sub> производства THERMO ELECTRON (США) в режиме эмиссии с пламенным источником атомизации (пропан-бутан – воздух).

в) *Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС)* с дуговым источником возбуждения и многоканальным анализатором эмиссионных спектров (МАЭС). В работе использовали атомно-эмиссионный комплекс «Гранд», включающий спектроаналитический генератор «Везувий-3», полихроматор «Роуланд» и многоканальный анализатор эмиссионных спектров МАЭС [7].

**Результаты:**

В исследованных образцах были определены биологически активные элементы Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Co, Mo; редкие элементы Li, Rb, Cs, Ag, Au, Ti, Zr, U; токсичные элементы Ba, Br, Cr, As, Sb, Se, Pb.

К числу макроэлементов относятся Na, K, Ca, Mg (10<sup>-2</sup>%), все остальные элементы относятся к микроэлементам (10<sup>-4</sup> - 10<sup>-8</sup>%).

В таблице 1 приведены результаты по содержанию некоторых элементов в озерах Иткуль, Беле и Шира.

Таблица 1

Содержание макро- и микрокомпонентов в озерах Хакасии  
(% от массы воды)

№	Элемент:		Na, 10 <sup>-2</sup>	K, 10 <sup>-2</sup>	Ca, 10 <sup>-2</sup>	Mg, 10 <sup>-2</sup>	Fe, 10 <sup>-4</sup>	Zn, 10 <sup>-6</sup>	Co, 10 <sup>-6</sup>	Cu, 10 <sup>-6</sup>
1	Иткуль минерализация 0,04%	А	0,41	-	0,21	-	0,02	0,01	0,01	-
		Б	0,52*	0,08*	0,1	0,4	0,2	нн	<0,1	<0,1

2	Белё минерализация 0,46%	А	0,15	-	0,71	-	0,73	0,4	0,05	-
		Б	0,29*	0,7*	нн	1,0	1,0	нн	<0,1	<0,1
3	Шира минерализация 1,68%	А	24,7	-	0,98	-	0,98	0,1	0,12	-
		Б	32,3*	0,5*	1,0	1,0	1,0	нн	<0,1	<0,1

(А) – методы НАА, (Б) – метод АЭСА;

(\*) – Na и K найдены методом пламенной фотометрии\*;

(нн) – элемент не найден (очень низкое содержание);

(-) – элемент не определялся данным методом.

Продолжение таблицы 1

№	Элемент:		Mn, 10 <sup>-6</sup>	Se, 10 <sup>-6</sup>	Ag, 10 <sup>-6</sup>	As, 10 <sup>-6</sup>	Sb, 10 <sup>-6</sup>	Pb, 10 <sup>-6</sup>	U, 10 <sup>-6</sup>	Au, 10 <sup>-8</sup>
1	Иткуль минерализация 0,04%	А	-	<0,1	0,1	0,16	0,06	-	0,02	0,01
		Б	нн	-	0,2	-	-	нн	-	-
2	Белё минерализация 0,46%	А	-	<0,1	0,34	0,15	0,62	-	0,03	1,61
		Б	нн	-	0,1	-	-	нн	-	-
3	Шира минерализация 1,68%	А	-	<0,1	0,2	7,8	0,12	-	1,96	3,84
		Б	нн	-	0,3	-	-	<0,1	-	-

Анализ таблицы показывает, что в озере Шира максимальная концентрация Na, Fe, Co, As, U, Au. Озеро Беле содержит повышенное количество K, Mg, Fe, Zn, Ag, Sb, Au. В Иткуле концентрации всех элементов минимальны. Следует отметить достаточно хорошую сопоставимость результатов, полученных методами НАА и АЭС для элементов Na, Ca, Fe и Ag.

Также исследовали пробы воды трех морей, взятые в популярных курортных зонах: Черное море (2,32% минер.); Средиземное море (4,31% минер.); Красное море (4,31% минер.). Результаты анализа приведены в таблице 2 и расположены в порядке увеличения степени минерализации исследованных проб.

Таблица 2

Содержание макро- и микрокомпонентов в морях (% от массы воды)

№	Элемент:		Na, 10 <sup>-2</sup>	K, 10 <sup>-2</sup>	Ca, 10 <sup>-2</sup>	Mg, 10 <sup>-2</sup>	Fe, 10 <sup>-4</sup>	Zn, 10 <sup>-6</sup>	Co, 10 <sup>-6</sup>	Cu, 10 <sup>-6</sup>
1	Черное море (Крым, Севастополь)	А	45,0	-	1,4	-	1,35	0,13	0,35	-
		Б	6,0*	2,0*	0,43	0,86	0,14	<0,1	<0,1	0,8
2	Средиземное море (Турция, Алалия)	А	111,0	-	2,9	-	3,1	32,0	0,44	-
		Б	110,0*	4,5*	1,0	0,6	1,0	20,0	<0,1	1,0
3	Красное море (Египет, Ш.-эль-Шейх)	А	72,1	-	6,0	-	2,14	0,21	0,05	-
		Б	18,0*	7,0*	1,0	2,4	1,4	<0,1	<0,1	<0,1

(А) – методы НАА, (Б) – метод АЭСА;

(\*) – Na и K найдены методом пламенной фотометрии\*;

(нн) – элемент не найден (очень низкое содержание);

(-) – элемент не определялся данным методом.

Продолжение таблицы 2

№	Элемент:		Mn, 10 <sup>-6</sup>	Se, 10 <sup>-6</sup>	Ag, 10 <sup>-6</sup>	As, 10 <sup>-6</sup>	Sb, 10 <sup>-6</sup>	Pb, 10 <sup>-6</sup>	U, 10 <sup>-6</sup>	Au, 10 <sup>-8</sup>
1	Черное море (Крым, Севастополь)	А	-	0,22	0,26	10,0	0,4	-	6,42	1,03
		Б	0,5	-	0,23	-	10,0	0,24	-	-
2	Средиземное море (Турция, Алалия)	А	-	0,98	3,0	1,3	0,1	-	0,12	0,90
		Б	0,8	-	5,0	-	<0,1	<0,1	-	-
3	Красное море (Египет, Ш.-эль-Шейх)	А	-	0,74	0,43	17,2	0,2	-	4,32	1,75
		Б	1,2	-	0,37	-	<0,1	<0,1	-	-

Соленость Черного моря минимальна (2,32%) и такие элементы, как Na, K, Ca, Mn, Se, Ag, содержатся тоже в минимальных количествах. Однако содержание Pb, Sb, и U в Черном море максимально по сравнению с другими пробами. Степень минерализации двух других морей близка (4,31% и 4,48%) и именно эти моря лучше концентрируют большинство элементов: в Средиземном море максимально содержание Na, Fe, Zn, Se, Ag; в Красном – K, Ca, Mg, Mn, As, Au. Анализ таблицы 2 показывает, что только данные по содержанию Ag, полученные методами НАА и АЭСА, хорошо сопоставимы; по-видимому высокая концентрация ионов натрия влияет на точность анализа.

### **Выводы:**

1. Методами НАА, АЭС и пламенной фотометрии определено 25 элементов в пробах воды из озер Хакасии и трех морей.
2. Установлено, что в озере Иткуль концентрации всех элементов минимальны, что соответствует минимальной степени минерализации; воды озер Беле и Шира сильнее обогащены макро- и микроэлементами.
3. Установлено, что в Красном и Средиземном морях (по сравнению с Черным) самая высокая минерализация и, следовательно, наибольшая концентрация большинства элементов.
4. Отмечена достаточно хорошая сопоставимость результатов, полученных методами НАА и АЭС для озер по содержанию Na, Ca, Fe и Ag; для морей же хорошая сходимость только по содержанию Ag (по-видимому, высокая концентрация ионов натрия влияет на точность анализа).

### **Литература**

1. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. М.: Академия, 2003. 400 с.
2. Эмсли Дж. Элементы. М.: Мир. 1993. 256 с.



3. Отмахов В.И., Петрова Е.В. и др. Атомно-эмиссионная методика анализа грибов на содержание тяжелых металлов и использование ее для целей экомониторинга // Журнал ИЗВЕСТИЯ ТПУ. Вып.6. Т.307. 2004.
4. Природные воды Ширинского района республики Хакасия. // Сб. под ред. В.П. Парначева. Томск: Изд-во Том. ун-та. 2003. 183 с.
5. Гильберт Э.Н., Шабанова О.В.Современные многоэлементные методы анализа объектов окружающей среды//Сибирский химический журнал. 1992. Вып. 3. С. 5–14.
6. Цыбукова Т.Н., Тихонова О.К. Исследование микроэлементного состава природных вод Сибири методами нейтронно-активационного и полярографического анализа.// Материалы 2 международной научно-практической конференции «Экологические, гуманитарные и спортивные аспекты подводной деятельности». Томск: Изд-во Том. ун-та. 1999. С. 170–172.
7. Соломенцева Н.С., Шуваева О.В. Определение микроэлементов в природных водах методом атомно-эмиссионной спектроскопии сухих остатков на торцах графитовых электродов // Журнал аналитической химии. 2007. Т. 62. № 7. С. 719–723.

## **ТЕРМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ГУДРОНА НОВОКУЙБЫШЕВСКОГО НПЗ**

*А. Г. Кривоносова, Ю. О. Карпов*

*Учреждение Российской академии наук Институт химии нефти СО РАН,  
г. Томск, Россия*

Научный руководитель – Е. Б. Кривцов, к.х.н., н.с.

Одной из важнейших проблем, связанной с переработкой вакуумных дистиллятов и остаточных фракций, обогащенных серосодержащими соединениями, является высокое содержание в них смолисто-асфальтеновых веществ и гетероатомных соединений. В этих компонентах концентрируется значимая часть гетероатомов присутствующих в исходном сырье [1]. Разработка методов переработки смолисто-асфальтеновых компонентов с одновременным удалением серосодержащих соединений позволит существенно повысить эффективность термических процессов деструкции тяжелого углеводородного сырья и, как следствие, позволит получать нефтепродукты с низким содержанием высокомолекулярных и гетероатомных соединений и высоким содержанием легкокипящих фракций [2].

Таблица 1

**Характеристика гудрона Новокуйбышевского НПЗ**

<b>Показатели</b>	
Элементный состав, % мас.:	
– углерод	82,28
– водород	10,73
– сера	3,95
– азот	0,19
– кислород	1,14
Н/С	1,56
<b>Фракционный состав</b>	
н.к., °С	343,0
200–360	1,4
Остаток > 360 °С	98,6
<b>Вещественный состав</b>	
Масел	60,7
Смол	33,6
Асфальтенов	5,7

Цель данной работы исследование состава смолисто-асфальтеновых компонентов продуктов термолитза тяжелого углеводородного сырья, выявить основные направления деструкции высокомолекулярных соединений.

В качестве объекта исследования был выбран гудрон Новокуйбышевского НПЗ. Исследуемый гудрон имеет высокое содержание смолисто-асфальтеновых компонентов: смол – 33,6%, асфальтенов 5,7% мас. (таблица 1). Содержание масел составляет 60,7% мас. Гудрон Новокуйбышевского НПЗ является высокосернистым (3,08% мас.), что делает его не подходящим сырьем для получения бензинов и дизельных топлив. Низкое атомное отношение Н/С гудрона (1,56) ниже, чем в среднем по нефтям и свидетельствует о содержании в его составе значительного количества ароматических структур.

Инициированный крекинг газойля проводился в реакторах-автоклавах объемом 12 см<sup>3</sup>. продолжительность крекинга составляла от 40 до 120 минут при температурах 400–500 °С. После проведения термолитза образец количественно удалялся из реактора.

Вещественный состав исходного вакуумного газойля и продуктов инициированного крекинга в различных условиях представлен в таблице 2.

Исходный гудрон Новокуйбышевского НПЗ содержит значительное количество смолисто-асфальтеновых компонентов в своем составе, при температуре термолитиза гудрона ниже 450 °С количественное изменение компонентов незначительное. При температурах выше 450 °С преобладают реакции образования масел (увеличение содержания на 8,5% мас., табл. 2), деструкции смол с образованием кокса и газа. Наличие экстремума для концентрации смол и асфальтенов свидетельствует об изменении направления протекающих реакции, происходит накопление промежуточных соединений, деструкция которых в дальнейшем дает дополнительные выходы масел и легких фракции, так же возможно данный экстремум может быть связан с тем, что данный продукт уже подвергался термической обработке и необходимо накопления большого количества энергии для начала процессов крекинга и деструкции. В данном случае, тенденция накопления промежуточных неустойчивых продуктов заметна на примере смол, которые являются неустойчивыми соединениями, склонными к образованию асфальтенов. Данную тенденцию можно рассмотреть на примере серии экспериментов при температуре 450 °С. При продолжительности процесса 60 минут происходит увеличение количества смол на 11% мас. с дальнейшей деструкцией данных продуктов до 18,7 и 15,2 для 90 минут и 120 минут соответственно с образованием масел, газа и кокса.

Таблица 2

**Состав продуктов крекинга гудрона Новокуйбышевского НПЗ**

Образец	Содержание, % мас.				
	Газ	Масла	Смолы	Асфальтены	Кокс
Исх. гудрон	0	60,7	33,6	5,7	0
400 °С 60 мин	0,9	56,2	33,7	7,8	1,4
450 °С 60 мин	2,1	42,8	44,6	9,1	1,4
90 мин	4,0	65,6	18,7	8,6	3,2
120 мин	5,8	69,2	15,2	4,8	5,0
500 °С 30 мин	8,3	54,7	16,1	10,5	10,4
60 мин	13,6	46,5	13,1	12,0	14,9
90 мин	29,7	31,8	8,9	8,3	21,3

Проведение термического крекинга гудрона при температурах 400, 450, 500 °С приводит к улучшению фракционного состава масел: содержание фракции н.к. – 360 °С увеличивается на 20% мас., снижается температура начала кипения

жидких продуктов крекинга и содержания фракции с температурой кипения выше  $> 360$  °С. После термообработки при всех температурах наблюдается увеличение количества асфальтеновых веществ.

Анализ результатов термокрекинга гудрона при различной продолжительности и температурах позволяет сделать вывод, что максимальное образование фракций моторных топлив (выкипающих до  $360$  °С) с приемлемым выходом газообразных продуктов и кокса достигается в условиях:  $500$  °С и продолжительность 30 минут,  $450$  °С продолжительность 120 минут (табл. 3). Оптимальные выходы масел, кокса и газа, наряду с максимальным разрушением смол в этих условиях достигаются (46,5 % отн.). С увеличением продолжительности, а в частности при 60 и 90 минутах значительно увеличивается выход газообразных и твердых продуктов, в составе жидких продуктов уменьшается содержание масляных компонентов, снижается на 20% содержание смол, температура начала кипения понижается на  $50$  °С. Одновременно с этим происходит понижение количества масел в полученном образце и значительное увеличение выхода кокса газа ( $> 20$  % мас. суммарно).

Таблица 3

**Фракционный состав продуктов крекинга гудрона  
Новокуйбышевского НПЗ**

Образец	Содержание, % мас.			
	н.к.	н.к. – 200	200–360	$> 360$
Исх. гудрон	343,0	0,0	1,4	98,6
400 °С 60 мин	267,0	0,0	6,3	93,7
450 °С 60 мин	113,8	7,2	26,3	66,6
90 мин	85,2	3,9	20,0	68,9
120 мин	72,0	9,5	27,8	51,9
500 °С 30 мин	81,3	11,5	22,2	47,6
60 мин	79,1	13,9	24,4	33,3
90 мин	32,1	30,9	9,0	9,1

В таблице 3 представлены результаты фракционного состава исходного гудрона и продуктов его крекинга при различной температуре и продолжительности процесса. Установлено наличие минимума содержания фракций н.к. –  $360$  °С в условиях  $450$  °С 90 минут, что свидетельствует об активном участии компонентов дистиллятных фракций в протекающих при термообработке гудрона радикально-цепных реакциях крекинга.

Увеличение температуры процесса приводит к возрастанию суммарного содержания дистиллятных фракций. Значительно снижается температура начала кипения жидких продуктов крекинга. Увеличение продолжительности крекинга до 120 минут (450 °С) приводит к увеличению содержания бензиновой фракции в продуктах, повышению температуры до 500 °С приводит к падению выхода бензиновых фракций.

Увеличение продолжительности крекинга приводит к уменьшению содержания  $S_{\text{общ}}$  в маслах, значительная часть серы концентрируется в асфальтенах, уходит в кокс и газ. Содержание  $S_{\text{общ}}$  в маслах при термической обработке гудрона в целом падает незначительно и лишь в условиях 500 °С 90 минут наблюдается значительное снижение содержащейся серы в маслах (43 % отн) и смолах (13,1 % отн.). Необходимо подчеркнуть, что увеличение температуры и продолжительности процесса положительно влияют на содержания  $S_{\text{общ}}$  в маслах, однако это влияние незначительно (10–20 % отн.).

**Содержание  $S_{\text{общ}}$  в продуктах крекинга гудрона  
Новокуйбышевского НПЗ**

Образец	Пересчет на содержание серы в объекте, % мас.			Сумма по сере, % мас.	Абсолютные значения, % мас.		
	$S_{\text{общ}}$ Масла	$S_{\text{общ}}$ Смолы	$S_{\text{общ}}$ Асф.		$S_{\text{общ}}$ Масла	$S_{\text{общ}}$ Смолы	$S_{\text{общ}}$ Асф.
Исх. гудрон	1,39	1,37	0,28	3,04	3,08	4,07	4,93
400 °С 60 мин	1,14	1,26	0,40	2,80	2,03	3,75	5,06
450 °С 60 мин	0,98	2,17	0,41	3,02	2,29	4,87	4,51
90 мин	1,67	н.о.	н.о.	2,96	2,55	н.о.	н.о.
120 мин	1,50	н.о.	н.о.	2,69	2,18	н.о.	н.о.
500 °С 30 мин	1,25	0,60	0,48	2,33	2,29	3,75	4,57
60 мин	1,04	0,45	0,53	2,02	2,24	3,46	4,43
90 мин	0,80	0,29	0,32	1,41	2,52	3,26	3,87

Определены исходные характеристики исследуемого объекта. Объект является высокосернистым ( $S_{\text{общ}} = 3,08\%$  мас.) и содержит значительное количество смол и асфальтенов. Определены оптимальные условия термической деструкции компонентов гудрона Новокуйбышевского НПЗ – 450 °С, продолжительность процесса 120 минут. В данных условиях наблюдается увеличение содержания фракций н.к. – 200 °С на 9,46% мас., 200–360 °С на 27,83% мас., Выходы кокса и газа в сумме составляют 10,8% мас.

### *Литература*

1. Dishun Zhao, Hongwei Ren, Jianlong Wang, Oxidative Desulfurization of Dibenzothiophene Using Ozone and Hydrogen Peroxide in Ionic Liquid // Energy and Fuels. 2007. V. 21. № 5. P. 2543.
2. Marco Scarsella, Nicola Verdone. Oxidative Desulfurization II: Temperature Dependence of Organosulfur Compounds Oxidation // Industrial and Engineering Chemistry Research. 2011. V. 50. № 18. P. 10452.

## **НАРУШЕНИЕ КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНОГО БАЛАНСА РОТОВОЙ ПОЛОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ВОЗМОЖНОСТЬ ЕГО ПОСЛЕДУЮЩЕЙ НОРМАЛИЗАЦИИ**

*А. И. Курашова*

*Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск*

Научные руководители: Г. В. Богословская, учитель биологии  
(г. Красноярск, Россия);  
Т. Н. Цыбукова, к. хим. н., доцент

**Актуальность темы.** Все живые системы стремятся к равновесию и постоянству, в том числе и постоянству внутренней среды – гомеостазу, что подтверждает активную работу ферментов и эффективность пищеварения. Кроме того, гомеостаз ротовой полости – важное условие здоровья зубов, десен и слизистой полости рта. Проблема кариеса на сегодня актуальна для людей различного возраста [1–3]. Также в последнее время значительно возросла частота стоматитов. Это объясняется влиянием негативных внешних факторов: урбанизацией, влиянием нарушения экологии, действием современных продукты питания, напитков и непищевых продуктов (жевательная резинка и сера).

**Разработанность исследуемой проблемы.** Возникновению кариеса и болезней слизистой оболочки полости рта зубов способствуют факторы риска, к которым относятся: характер и нарушение питания (в частности, низкое содержание фторидов в питьевой воде [3]); патологии беременности, инфекционные болезни беременной женщины [4]; количество и качество слюноотделения (в частности, снижение рН слюны [5]), общее состояние организма и экстремальные воздействия на организм [6]. Одной из основных причин кариеса зубов является употребление напитков и углеводов между приемами пищи [7], в результате чего зубы подвергаются воздействию кислот, образующихся под влиянием микрофлоры полости рта.

Высокая заболеваемость кариесом наблюдается прежде всего у жителей высокоразвитых стран (как следствие использования новых технологий приготовления пищи [3]). Большое количество углеводов в сладких соках и газированных напитках приводит к образованию питательной среды для микроорганизмов. Вследствие этого уровень рН значительно снижается, что приводит к деминерализации тканей зубов. Критический показатель рН для эмали составляет 5,2–5,7, для цемента зубов и корневого дентита 6,2–6,7 [8]. В тоже время слюна является естественным реминерализующим раствором [9].

Актуален вопрос применения профилактических мер (в частности, использования жевательных средств – резинки, серы) для предотвращения риска развития кариозных поражений.

**Цель работы.** Оценить степень изменения рН слюны при употреблении сладких напитков и применении жевательных средств; исследовать условия последующей нормализации рН.

**Материалы и методы.** Для определения рН слюны в ротовой полости использовались индикаторные полоски «Биоскан» [10]. Для исследования микробной флоры полости рта использовали световую микроскопию окрашенных препаратов и культуральный метод выделения микроорганизмов. Первичный посев и количественная оценка проводились методом секторных посевов по Gould. Инкубирование проводили в термостате в течение 24 часов при 37°C. В качестве питательной среды использовали кровяной агар. (Работа выполнена на кафедре биотехнологии ФГАОУ ВПО СФУ ИФБиБТ под рук. к.б.н., доц. Прудниковой С.В.).

**Ход исследования.** Для того, чтобы определиться с выборкой безалкогольных напитков, участвующих в эксперименте, был проведен опрос в форме анкетирования среди учащихся 6–11 классов МБОУ школа-интернат №1 г. Красноярска (число респондентов – 80). Последовательность определения следующая: 1) замер рН слюны учащихся с помощью индикаторной бумаги до употребления напитков и непищевых продуктов; 2) замер рН слюны через 2 минуты после употребления напитка; 3) замер рН слюны через 5 минут после употребления жевательной средства.

В качестве испытуемых были приглашены 16 учащихся 9–10 классов, которые вошли в контрольную и экспериментальную группы (по 8 человек).

**Результаты.** Установили, что большинство респондентов с удовольствием употребляют сладкие напитки – сок и газированную воду. При этом 20,5% респондентов отдают предпочтений сокам марки «Добрый», 18% – «Моя семья», 13,5% – «Любимый», 10% – «Сады Придонья», «Rich», «Я». Не исключено, что такое предпочтение связано с ценовой политикой компаний. Большинство опрошенных предпочитают апельсиновый сок (35,8%), яблочный (18,8%), мультифруктовый (17%) и вишневый (13%) соки. Поэтому для постановки эксперимента были отобраны соки марки «Добрый»: апельсиновый, яблочный, ягодный и томат. Среди газированных напитков безусловными лидерами опроса стали «Coca Cola», «Sprite», «Fanta», «Pepsi», «Буратино», которые и были использованы при проведении практической части работы. Результаты исследований рН слюны представлены в табл. 1.

Среди опрошенных респондентов значительную часть (45%) составляли учащиеся с низким показанием рН слюны, что свидетельствует о нарушении щелочных резервов и предрасположенности к развитию или наличию кариеса. Поскольку выборка осуществлялась случайным методом, распределение таких респондентов в ходе исследования неравномерно и представлено в табл. 1. Как видно из приведенных данных, рН слюны после употребления напитков (стимулирования) увеличивается, за исключением ягодного и томатного сока марки «Добрый», при этом не всегда соответствует нормативным (7,0-7,5) показателям.

Таблица 1

**Влияние потребляемого напитка  
и жевательного средства на рН слюны**

Напиток (рН)	рН слюны (% респонд.)	Состояние покоя	Стимули- рованное	Жевательное средство		
				«Orbit»	Живица	
Газированные напитки						
«Sprite»	3,5	Низкое* <sup>1</sup> (32%)	5,5±0,5***	8,5±0,5	8,5±0,5	6,0±0,5
		Норма (68%)	7,0±0,5	7,7±0,5	8,2±0,5	7,9±0,5
«Fanta»	5,0	Низкое (52%)	5,5±0,5	7,0±0,5	8,7±0,5	-**
		Норма (48%)	7,0±0,5	7,0±0,5	8,4±0,5	-**
«Буратино»	5,0	Низкое* (50%)	5,5±0,5	6,8±0,5	7,3±0,5	5,5±0,5
		Норма (50%)	7,0±0,5	6,8±0,5	8,0±0,5	8,3±0,5
«Coca Cola»	3,5	Низкое* (18%)	5,5±0,5	8,0±0,5	8,0±0,5	6,0±0,5
		Норма (82%)	7,0±0,5	7,8±0,5	8,4±0,5	8,0±0,5



«Pepsi»	5,0	Низкое* (60%)	5,5±0,5	6,5±0,5	-**	7,7±0,5
		Норма (40%)	7,0±0,5	7,3±0,5	-**	8,5±0,5
Соки марки «Добрый»						
Апельсиновый	3,5	Низкое* (40%)	5,5±0,5	7,8±0,5	-**	5,5±0,5
		Норма (60%)	7,0±0,5	8,5±0,5	-**	7,0±0,5
Яблочный	5,0	Низкое* (80%)	5,5±0,5	7,5±0,5	7,5±0,5	6,5±0,5
		Норма (20%)	7,0±0,5	7,5±0,5	8,0±0,5	8,5±0,5
Ягодный	3,0	Низкое* (50%)	5,5±0,5	5,0±0,5	7,5±0,5	-**
		Норма (50%)	7,0±0,5	5,6±0,5	7,6±0,5	-**
Томатный	5,5	Низкое* (10%)	5,5±0,5	6,0±0,5	-**	6,0±0,5
		Норма (90%)	7,0±0,5	7,0±0,5	-**	7,2±0,5
Мультифруктовый	5,0	Низкое* (31%)	5,5±0,5	7,0±0,5	7,5±0,5	-**
		Норма (69%)	7,0±0,5	7,2±0,5	8,1±0,5	-**

Примечание: \* слюна в состоянии покоя: норма 6,5–6,9 рН, низкое значение – < 6,3; слюна в стимулированном состоянии: норма 7,0–7,5, низкое значение < 6,8 [10]. \*\* рН не определялось. \*\*\* погрешность указана с учетом чувствительности тестовых полосок «Биоскан»

Превышение нормативных показателей (до рН 7,8–8,5) зарегистрировано в случае употребления напитков «Sprite», «Coca Cola» и апельсинового сока. Возможно, это связано с реакцией организма на повышенное содержание в данных напитках кислот и стремление слюны нейтрализовать кислотность. Сок томатный (содержащий незначительное количество органических кислот в составе) не оказывает существенного изменения на рН слюны. При употреблении ягодного сока стимулированное значение рН среды низкое – и составляет 5,0–5,6 рН, что может свидетельствовать о благоприятных условиях для развития в организме грибковой, микробной и вирусной инфекции.

Применение после употребления напитков различных жевательных средств оказывает неоднородное воздействие на значение рН. Так, если использование жевачки возвращает рН слюны на исходный уровень (в соответствии со значениями, полученными до употребления напитка), то жевательная резинка «Orbit» повышает значения рН, препятствуя развитию заболеваний полости рта. По-видимому, это зависит от химического состава: жевательная резинка содержит ионы кальция, натрия, магния, обеспечивающие щелочную реакцию среды; жевачка – растительного происхождения (смесь камеди (полисахаридов), жевачки (углеводорода терпентина и смоляных кислот), фитонцидов и нейтральных веществ).

В тоже время, от используемых жевательных объектов следует ожидать бактерицидных свойств. Забор материала для микробиологического исследования проводили через 3,5 часа после еды. Перед взятием пробы испытуемые прополоскали рот кипяченой водой. Налет забирали стерильными ватными палочками, предварительно погружёнными в изотонический раствор. Результаты эксперимента представлены в табл. 2.

Результаты посева\*

Таблица 2

Код испытуемого	Контроль		Опыт		Гемолиз кровяного агара			
	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2	Контроль № 1	Контроль № 2	Опыт № 1	Опыт № 2
Живица								
1	1.10 <sup>9</sup>	1.10 <sup>8</sup>	1.10 <sup>8</sup>	1.10 <sup>8</sup>				
2	1.10 <sup>8</sup>	1.10 <sup>8</sup>	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>6</sup>				
3	5.10 <sup>6</sup>	1.10 <sup>8</sup>	1.10 <sup>8</sup>	1.10 <sup>8</sup>	есть	есть	есть	есть
4	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>8</sup>				
5	1.10 <sup>8</sup>	1.10 <sup>8</sup>	1.10 <sup>8</sup>	1.10 <sup>8</sup>				
6	1.10 <sup>8</sup>	1.10 <sup>7</sup>	5.10 <sup>6</sup>	5.10 <sup>6</sup>	есть	есть	нет	нет
7	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>8</sup>				
8	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>7</sup>	5.10 <sup>6</sup>	1.10 <sup>7</sup>				
Жевательная резинка								
1	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>7</sup>	5.10 <sup>6</sup>				
2	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>7</sup>				
3	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>7</sup>	5.10 <sup>6</sup>	1.10 <sup>7</sup>				
4	1.10 <sup>8</sup>	1.10 <sup>8</sup>	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>7</sup>				
5	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>8</sup>	1.10 <sup>8</sup>	1.10 <sup>7</sup>				
6	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>7</sup>	5.10 <sup>6</sup>	5.10 <sup>6</sup>				
7	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>8</sup>	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>7</sup>				
8	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>7</sup>	есть	есть	Улучш. незнач.	Улучш. незнач.

\* результаты получены в исследовании Курашовой А.И., Бабушкиной А.А., 2011 г.

Световое микроскопирование посевов показало, что у реципиентов 3, 6, 8 были обнаружены колонии гемолитических стрептококков и стафилококков. Только в опыте 6 живица дала положительный обеззараживающий эффект. В опыте 3 после употребления живицы обеззараживающего эффекта не произошло, а в опыте 8 применение жевательной резинки улучшение было незначительным.

Уменьшение численности условно патогенных бактерий, связанное с употреблением живицы, достигло наибольшего значения (в 20 раз) у 25% испытуемых, вместе с тем, и увели-

чение патогенной микрофлоры произошло у такого же числа испытуемых, в то время как у респондентов, использовавших жевательную резинку, увеличения патогенной микрофлоры не наблюдалось. Таким образом, и живица, и жевательная резинка обладают слабовыраженными бактерицидными свойствами. Разница в степени их проявления незначительна.

### ***Выводы***

1. После потребления соков и газированных напитков значение рН слюны возрастает. Показано, что при употреблении: напитков «Sprite», «Coca Cola» и апельсинового сока наблюдается значение рН 7,8–8,5; а ягодного сока – 5,0–5,6, что свидетельствует о низком значении (рН<6,8).

2. Установлено, что применение после употребления напитков жевательных средств оказывает неоднородное воздействие на значение рН: при использовании живицы значение рН слюны возвращается на исходный уровень, жевательной резинки «Orbit» – повышает значения рН слюны.

3. Зарегистрировано наличие у живицы и жевательной резинки слабых бактерицидных свойств.

### ***Литература***

1. Данилевский Н.Ф. Заболевания слизистой оболочки полости рта. М.: Стоматология, 2001. 271 с.
2. Заболеваемость населения Красноярского края по основным классам болезней – <http://www.krasstat.gks.ru/digital/region2/DocLib>.
3. Леонтьев В.К. Эволюция представлений о причинах возникновения кариеса зубов // Стоматология. 2000. № 1. С. 68–72.
4. Бахмудов Б.Р. Распространенность и интенсивность кариеса и санитарно-гигиенические навыки ухода за полостью рта у беременных женщин // Стоматология. 2000. № 3. С. 121–124.
5. Леонтьев В.К. Изменение структурных свойства слюны при изменении рН // Стоматология. 1999. № 2. С. 22–24.
6. Макеева И.В. Влияние экологических факторов на состояние органов и тканей полости рта у детей: дисс. канд. мед. наук. М. 1992. 99 с.
7. Леонтьев В.К. Водородный показатель полости рта // Медицинский реферативный журнал. 1988. № 9. С. 6–11.
8. Боровский Е.В. Состав и свойства слюны в норме и при кариесе: метод. рекомендации для субординат. // М.: Стоматология. 1980. С. 3–24.
9. Леонтьев В.К. Изучение слюны в стоматологии: методические рекомендации // Омск: ОГМУ. 2004. 20 с.
10. Приказ № 535 от 22 апреля 1985 года об унификации микробиологических методов исследования, применяемых в лечебно-профилактических учреждениях. М: Мин. здравоохранения СССР. 1985.

## ВЛИЯНИЕ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ НА КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ФУЛЬВОКИСЛОТ ТОРФА

*М. П. Мирзобекзода<sup>1</sup>, Е. В. Мальцева<sup>2</sup>, Н. С. Шеховцова<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

<sup>2</sup> *Институт химии нефти Сибирского отделения РАН, г. Томск, Россия  
E-mail: maltseva2@gmail.com*

Научные руководители: Е. В. Мальцева, к.х.н.;  
Н. С. Шеховцова, к.х.н., доц.

Известно, что коллоидные составляющие твердых каустобиолитов (торф, почва, бурый уголь и др.) определяют большинство их свойств – ионообменную и детоксицирующую способность, структурный состав [1, 2]. Однако мало внимания уделяется вопросам, связанным с коллоидным состоянием компонентов гумусовых веществ, состоящих из гуминовых (ГК) и фульвовых кислот (ФК). В тоже время вопрос о существовании ФК как индивидуальных соединений является актуальным для дальнейшего изучения ФК как природных объектов, выполняющих важнейшие экологические функции. Считается, что ФК находятся в природе в свободном состоянии и в виде комплексов с ГК, участвуя в формировании коллоидной структуры. Поэтому степень активности ФК определяется не только абсолютным содержанием, но и относительным количеством той части, которая не связана с ГК [3–6].

Высокомолекулярные оксикарбоновые ФК характеризуются более высоким содержанием карбоксильных и гидроксильных групп, участвующие в обменных процессах [1, 3, 7]. Однако активность функциональных групп ФК в зависимости от условий среды ранее не изучалась.

В ранее проводимых работах авторами было показано, что применение механохимической модификации ГК торфа приводит к увеличению кислородсодержащих групп и усиливает их детоксицирующую способность [8]. Поэтому цель данной работы заключалась в оценке влияния модификации на состав и кислотно-основные свойства ФК как самостоятельных соединений для дальнейшего использования в экологических целях.

Объектами исследования являлись ФК, выделенные из переходного торфа, который был подвержен механохимической

модификации. Очистка ФК проводилась по методу Форсита. Методом  $^1\text{H}$  ЯМР спектроскопии был проведен анализ структурных превращений образцов на приборной базе «Томского ЦКП». Определение кислородсодержащих групп проводили методом потенциометрического титрования на лабораторном ионнометре И-160МИ. Определение степени диссоциации и расчет констант диссоциации каждого типа групп осуществляли согласно уравнению Гендерсона-Гассельбаха [8].

Особый интерес представляет определение влияния механохимической модификации на выход ФК. По данным рисунка 1 видно, что модификация без реагентов существенно способствует увеличению выхода в 2 раза, а при добавлении реагентов NaOH и  $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$  – почти в 3 раза. Такое значительное увеличение ФК после модификации обусловлено разрушением комплексов ГК-ФК и освобождением последних.

**выход, %**

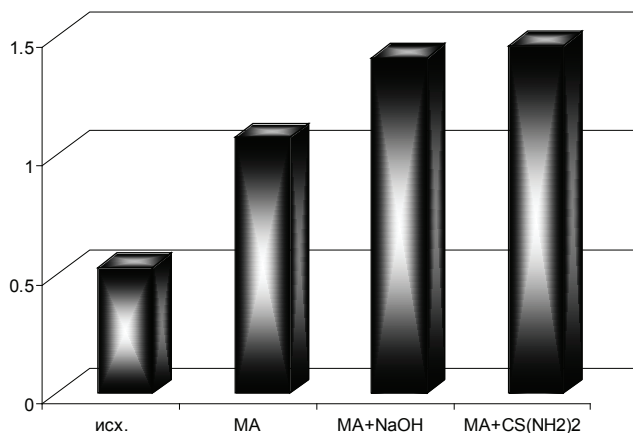


Рис. 1. Влияние механохимической модификации на выход фульвокислот торфа

Также рассматривая точку зрения о том, что ФК не являются самостоятельными соединениями, а представляют собой осколки ГК, то увеличение выхода может быть объяснено тем фактом, что процесс механохимической модификации торфа сопровождается увеличением площади поверхности торфа для экстракции и одновременно разрушению

ассоциативных гуминовых агрегатов, в результате которых увеличивается количество водорастворимых «осколков».

Для более детального изучения влияния модификации торфа на структурный состав ФК был применен метод ЯМР – спектроскопии (таблица 1). В  $^1\text{H}$  ЯМР-спектре выделяют несколько областей.

Согласно полученным результатам, исходный образец ФК характеризуется несколькими типами водорода практически в одинаковых долях. Протоны в  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  положении различаются удаленностью от ароматического ядра:  $\text{H}_\alpha$  – протоны  $\text{CH}$ -,  $\text{CH}_2$ -,  $\text{CH}_3$ -, соединенные непосредственно с ароматическим кольцом; соответственно  $\text{H}_\gamma$  – сигнал более удаленных протонов метильных групп.

После модификации наблюдается увеличение доли  $\text{H}_{\text{Ar}}$  и  $\text{H}_\alpha$  в ряду ФК  $\text{MA} + \text{CS}(\text{NH}_2)_2 > \text{MA} + \text{NaOH} > \text{MA} > \text{исх.}$ , что свидетельствует о возрастании ароматических фрагментов и числа заместителей при кольце. Но при этом снижается доля  $\text{H}_\beta$  в алкильных цепях практически в два раза по сравнению с исходным образцом, что подтверждает разрыв С-С связей в процессе механохимической обработки.

Таблица 1

**Фрагментный состав модифицированных ФК по данным  $^1\text{H}$  ЯМР – спектроскопии**

Образец	Условия модификации	$\text{H}_{\text{Ar}}$ , н.-с.-с. 4,9-9,0 м.д.	$\text{H}_\alpha$ , 1,8-3,1 м.д. ( $\text{CH}$ -, $\text{CH}_2$ -, $\text{CH}_3$ -)	$\text{H}_\beta$ , 1,8-1,1 м.д. ( $\text{CH}$ -, $\text{CH}_2$ -, $\text{CH}_3$ -)	$\text{H}_\gamma$ , 1,1-0 м.д. ( $\text{CH}$ -, $\text{CH}_2$ -, $\text{CH}_3$ -)
ФК1	Исх.	27,0	24,5	24,5	24,0
ФК2	МА	27,5	31,5	22,5	18,5
ФК3	МА+ NaOH	32,7	34,6	13,8	18,9
ФК4	МА+ $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$	34,6	35,6	10,2	19,6

Таким образом, модификация приводит к значительным изменениям структуры ФК, обогащая структуру ароматической составляющей и снижая долю алкильных цепей.

Результаты анализа кислотно-основных свойств ФК приведены в таблице 2, где наблюдается тенденция к увеличению содержания кислых ионогенных групп до 19 мг-экв/г для ФК4, что объясняется сопровождением механохимических процессов окислением кислородом воздуха.

Таблица 2

**Кажущиеся константы диссоциации кислот ионогенных групп  
модифицированных ФК торфа**

Название образца	Количество кислотных ионогенных групп, мг-экв/г	$pK_{1a} - C_nCOOH$	$pK_{2a} - A_rCOOH$	$pK_{3a} - AgOH$
ФК1	12,6	5,65	9,26	11,47
ФК2	15,1	5,87	8,94	11,74
ФК3	17,8	5,55	8,83	11,76
ФК4	19,0	5,32	9,25	11,52

При этом сила кислотных свойств, которую можно оценить по величине  $pK$ , слабо отличается для групп  $C_nCOOH$  и  $AgOH$ , но увеличивается для  $A_rCOOH$  в составе ФК2 и ФК3.

Изучение поведения диссоциации ионогенных групп ФК в зависимости от  $pH$  среды позволяет определить влияние механохимической модификации и прогнозировать активность функциональных групп в различных диапазонах  $pH$ .

Результаты рисунка 2 (см. с. 328) показывают, что механохимическая модификация с тиомочевинной не оказывает влияния на характер диссоциации функциональных групп при ароматическом кольце ( $AgOH$ ,  $AgCOOH$ ). Модификация без реагента и с  $NaOH$  усиливает диссоциацию  $AgCOOH$  групп ФК на 20% и снижает для  $AgOH$  на 10%.

Ионогенной группа  $C_nCOOH$  в составе ФК, диссоциирующая в кислой среде, проявляет наиболее сильные кислотные свойства по сравнению с другими. Согласно рисунку 2, модификация с тиомочевинной способствует усилению кислотных свойств карбоксильных групп на концах углеводородных цепочек. Модификация без реагентов ослабляет данные свойства, благоприятствуя образованию ионов в менее кислой среде.

Таким образом, механохимическая модификация торфа обеспечивает увеличение выхода ФК в 2–3 раза при использовании реагентов  $NaOH$  и  $CS(NH_2)_2$ , каждый из которых придает определенный механизм модификации структуры органического вещества, что позволяет получить ФК с новым набором физико-химических свойств. Щелочной гидролиз торфа в процессе механоактивации оказывает существенное влияние на кислотно-основные свойства функциональных групп ароматической природы ФК. Модифицированные таким образом органические вещества становятся сильными агентами для детоксикации гетероорганических токсичных веществ.

Также необходимо отметить, что применение реагента тиомочевины обеспечивает увеличение доли ароматической составляющей на 7% и карбоксильных групп  $\text{SnCOOH}$ . Такой препарат может быть рекомендован для связывания тяжелых металлов и полиароматических углеводородов.

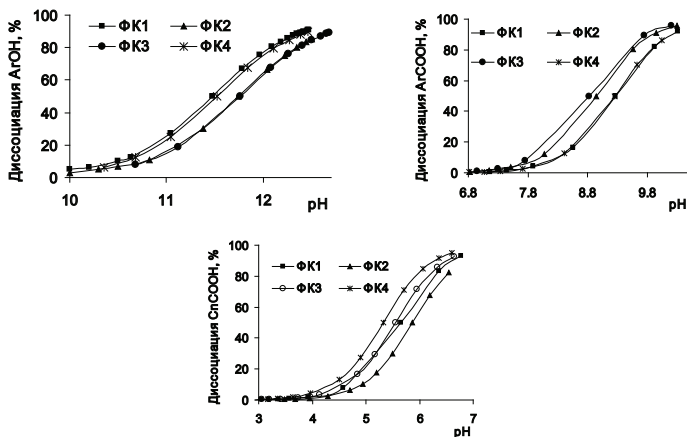


Рис. 2. Зависимость величины диссоциации кислых групп фрагментов ФК торфа от pH среды и условий модификации

### Литература

1. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. – М.: Изд-во Моск.ун-та, 1990. – 325 с.
2. Орлов Д.В., Садовников Л.К., Суханов Н.И. и др. Химия почв: учебник для вузов, М.: Высш. Шк., 2005. – 558 с.
3. Котов В.В., Ненахов Д.В., Гасанова Е.С. и др. Состав и кислотно-основные свойства фракций фульвокислот чернозема выщелоченного // Сорбционные и хроматографические процессы. 2010. Т. 10. Вып. 1. С. 47–53.
4. Berkovic A.M., Garcia Einschlaq F.S., Gonzalez M.C. et al. Evaluation of the  $\text{Hg}^{2+}$  binding potential of fulvic acids from fluorescence excitation-emission matrices // Photochem. Photobiol. Sci. – 2013. – 12. – P. 384–392.
5. Yamauchi M., Katayama S., Todoroki T. et al. Studies on the Syntheses of Heterocyclic Compounds containing Benzopyrone. Part 5. Total Synthesis of Fulvic Acid // J. Chem. Soc. Perkin. Trans. – 1987. – P. 389–394.
6. David Gara P.M., Bosio G.N., Gonzalez M.C. A combined theoretical and experimental study on the oxidation of fulvic acid by the sulfate radical anion // Photochem. Photobiol. Sci. – 2009. – 8. – P. 992–997.



7. Шиляев А.В. Сорбция рения наноструктурированными анионитами из серноокислых и серноокислофульватных урансодержащих растворов: Автореф. дис. канд. тех. наук. – М., 2013. – 20 с.
8. Мальцева Е.В., Филатов Д.А., Юдина Н.В., Чайковская О.Н. Роль модифицированных гуминовых кислот торфа в детоксикации тебуконазола // Химия твердого топлива. – 2011. – №1. – С. 65–69.

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ «COMPAUNDING» ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СЫРЬЯ ПРОЦЕССА КОМПАУНДИРОВАНИЯ**

*Е. В. Свиридова, М. В. Киргина*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет*

Научный руководитель: М. В. Киргина, ассистент  
кафедра ХТТ и ХК ИПР ТПУ

Спрос на продукты нефтеперерабатывающей промышленности, в частности на бензин, увеличивается ежегодно на несколько процентов, следовательно, растет и объем производимых в России бензинов. При этом качество выпускаемой продукции должно соответствовать мировым стандартам: с 1 января 2015 года в России в качестве моторного топлива допустимо будет применение только бензина 4 класса (Евро-4) и выше. Таким образом, повышение качества выпускаемых нефтепродуктов является приоритетной задачей для нефтяных компаний. Для этого необходимым является совершенствование технологии процесса компаундирования – заключительной стадии производства товарного бензина. Компаундирование представляет собой процесс смешения различных углеводородных потоков, таких как продукты каталитического риформинга, изомеризации, крекинга, алкилирования, а также антидетонационных присадок и добавок-оксигенатов.

Развитие производства бензинов в первую очередь связано со стремлением улучшить основное эксплуатационное свойство топлива – детонационную стойкость, численным эквивалентом которой является октановое число (ОЧ) бензина. Для повышения детонационной стойкости бензина используются различные методы, такие как: использование в качестве базовых компонентов бензинов наиболее высокооктановых вторичных продуктов

переработки нефти; широкое использование компонентов с высокими детонационными характеристиками (изопарафины, ароматические углеводороды), а также применение антидетонационных присадок и добавок-оксигенатов. Так как вовлечение различных компонентов, в частности ароматических углеводородов и бензола в производство бензина ограничивается экологическими стандартами, а добавки и присадки являются весьма дорогостоящими, любой производитель старается выбрать в качестве базовых компонентов бензина наиболее высокооктановые потоки. В связи с этим вопрос исследования сырья процесса компаундирования является крайне актуальным.

В процессе приготовления бензинов смешением различных потоков определяющая роль отводится октановым числам смешения, которые отличаются от взвешенной суммы октановых чисел отдельных компонентов, то есть октановые числа бензинов не подчиняются правилам аддитивности. Октановые числа смешения зависят от углеводородного состава потоков, содержания различных компонентов в смеси и других факторов. Ранее на кафедре Химической технологии топлива и химической кибернетики Института природных ресурсов ТПУ была разработана модель, позволяющая рассчитывать октановые числа потоков с учетом возникающих межмолекулярных взаимодействий, а также учитывать влияние добавок и присадок на прирост октанового числа товарного бензина [1].

В ходе работы были исследованы составы и свойства изомеризатов и алкилатов различных нефтеперерабатывающих предприятий страны. С использованием разработанной моделирующей системы «Compaunding» были рассчитаны октановые числа по моторному (ОЧМ) и исследовательскому (ОЧИ) методам (Табл. 1, 2).

Таблица 1

**Характеристики изомеризатов**

Характеристика	Изомеризат №1	Изомеризат №2	Изомеризат №3
ОЧИ	87	81,9	74,3
ОЧМ	85,3	80,2	72,3
Содержание веществ, мас. %			
н-пентан	9,7	14,8	23,5
н-гексан	0,3	4,9	11
изопентан	28,1	38,4	25,8
2,2-диметилбутан	25,7	10,3	2,9
2,3-диметилбутан	8	3,7	3,4
метилциклопентан	0,1	2,1	5,4

Сырьем для процесса изомеризации являются легкие алканы – н-пентан и н-гексан, из которых на выходе получают изомеры и циклические углеводороды, обладающие более высокой детонационной стойкостью. Расчеты показали, что изомеризат 1 имеет самое высокое октановое число, это обуславливается самым низким содержанием исходного сырья (н-пентана, н-гексана) и самым высоким содержанием высокооктановых продуктов данного процесса. Таким образом, можно сделать вывод о том, что чем больше в изомеризате углеводородов разветвленного строения и чем меньше легких алканов, тем выше ОЧ потока.

В процессе алкилирования из легких предельных (бутан, пентан) и непредельных углеводородов получают изоалканы с большим содержанием атомов углерода в цепи, обладающих более высокой детонационной стойкостью. Как видно из табл. 2, алкилат №1 имеет более высокое ОЧ, что обуславливается большим содержанием изоалканов и меньшим содержанием легких алканов в потоке. Таким образом, можно сделать вывод о том, что чем больше в алкилате содержится компонентов изостроения и чем меньше легких предельных углеводородов, тем выше ОЧ потока.

Таблица 2

#### Характеристики алкилатов

Характеристика	Алкилат №1	Алкилат №2
ОЧИ	99,2	95
ОЧМ	90,3	85,6
Содержание веществ, мас. %		
2,2,3-триметилпентан	44,8	30,1
2,3,4-триметилпентан	14,3	12,7
2,2,3-триметилгексан	0,1	5,7

На завершающей стадии приготовления бензина главной задачей является составление оптимальных рецептур смешения, которые могут включать в себя более 20 углеводородных потоков, а также различные присадки и добавки. С использованием созданной моделирующей системы были разработаны рецептуры смешения бензина марки Регуляр-92, отвечающие всем требованиям ГОСТ Р 51866-2002 и Технического регламента. Сырьем для приготовления бензина выступили риформат типового состава (ОЧИ = 108,5), а также рассмотренные выше алкилаты и изомеризаты (табл. 3).

Таблица 3

## Рецептуры приготовления бензинов марки Регуляр-92

Характеристика	Содержание компонентов, мас. %					
	1	2	3	4	5	6
ОЧИ	92					
Риформат	16,9					
Алкилат №1	7,6	29,6	45,9	–	–	–
Алкилат №2	–	–	–	11,2	39,3	55,4
Изомеризат №1	75,5	–	–	71,9	–	–
Изомеризат №2	–	53,5	–	–	43,8	–
Изомеризат №3	–	–	37,2	–	–	27,7
ДНП, кПа	81,9	72,2	58,3	79,5	65	51,5

Как видно из табл. 3, содержание катализатора во всех рецептурах постоянно и равно 16,9 мас. %, это объясняется тем, что в катализаторе, в отличие от других потоков присутствует бензол, содержание которого в бензине регламентировано, и согласно Техническому регламенту не должно превышать 1 мас. %, поэтому количество катализатора пропорционально количеству бензола в риформате.

Причем соотношение содержание катализатора в бензине к содержанию бензола в катализаторе можно описать формулой:

$$x = \frac{1}{y} * 100\% \quad (1)$$

где  $y$  – содержание бензола в риформате; а  $x$  – содержание катализатора в бензине.

Так же можно заметить, что рецептуры №1 и №4 не могут быть использованы для приготовления бензина, так как у продукта полученного смешением по данным рецептурам завышен такой показатель, как давление насыщенных паров (ДНП), следовательно, они не соответствуют требованиям ГОСТ Р 51866-2002.

Пользуясь данными из табл. 1–3 можно осуществить общий анализ сырья процесса компаундирования.

Как уже было сказано, алкилат №1 имеет более высокое октановое число, в связи с этим, как видно из табл. 3, содержание алкилата №1 в рецептурах смешения бензина всегда меньше, чем алкилата №2; при рассмотрении изомеризатов наблюдается обратное – чем выше октановое число потока, тем больше его количество в бензине. Такое вовлечение потоков объясняется тем, что алкилат по себестоимости является

более дорогостоящим компонентом, чем изомеризат, поэтому для снижения стоимости товарного бензина и экономии потока алкилирования целесообразно вовлекать меньшее количество алкилата и большее количество изомеризата.

На основе полученных результатов можно сделать вывод о том, что невозможно создать универсальную рецептуру смешения бензина, так как углеводородные потоки в значительной степени отличаются друг от друга по составу. Для оптимального ведения процесса компаундирования необходимым является учет состава вовлекаемых потоков, что позволяет сделать разработанная компьютерная моделирующая система «Compounding».

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ НШ-422.2014.8.

#### *Литература*

1. Киргина М.В., Иванчина Э.Д., Долганов И.М., Смышляева Ю.А., Кравцов А.В., Фан Фу. Моделирование процесса приготовления товарных бензинов на основе учета реакционного взаимодействия углеводородов сырья с высокооктановыми добавками // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2012. – № 4. – С. 3–8.

## **ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НЕФТИ КРАПИВИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

***А. Э. Торломова<sup>1</sup>, Я. Лхагвадорж<sup>1</sup>, Ю. А. Колачева<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup> Томский политехнический университет*

*<sup>2</sup> Томский государственный университет*

*<sup>3</sup> Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия*

Научные руководители: Т. В. Чешкова<sup>3</sup>, к.хим.н.

Е. Ю. Коваленко<sup>3</sup>, к.хим.н.

На сегодняшний день Крапивинское нефтяное месторождение является одним из наиболее крупных месторождений Томской области, запасы которого оцениваются в 36,5 млн. тонн [1]. С 2010 года месторождение активно вводится в эксплуатацию. В связи с этим актуальной становится информация о составе крапивинской нефти, которая необходима для решения проблем ее добычи, транспортировки и переработки.

Цель настоящей работы – характеристика масляных, смолистых и асфальтеновых компонентов нефти Крапивинского месторождения.

Для разделения нефти на асфальтены, смолы и масла использовали стандартную методику, которая соответствует ГОСТ 11858-66. Элементный состав образцов определяли на CHNS-анализаторе «Vario EL Cube», ИК-спектры регистрировали на FT-IR спектрометре «Nicolet 5700», ПМР-спектры получены на ЯМР-Фурье-спектрометре «AVANCE AV 300» фирмы Bruker, хромато-масс-спектры – на DFS приборе «Thermo Scientific». Условия проведения анализов подробно изложены в [2].

Исследуемая нефть относится к среднеплотным, мало-смолистым, сернистым нефтям (табл. 1).

Таблица 1

**Характеристика нефти Крапивинского месторождения**

Тип нефти	$\rho^{20}_4$ , кг/м <sup>3</sup>	Содержание, % мас.						
		C	H	N	S	асфальтены	смолы	масла
A <sup>1</sup>	867	83,27	11,02	0,35	1,05	2,6	8,8	85,10

По данным ИК-спектроскопии (рис. 1) в составе масел, смол и асфальтенов крапивинской нефти присутствуют алифатические и ароматические структуры. На это указывают полосы поглощения, характерные для валентного (2851, 2921 см<sup>-1</sup>) и деформационного (1375, 1452 см<sup>-1</sup>) колебания C–H в алифатических группах, деформационные колебания C=C в бензольном кольце (1598 см<sup>-1</sup>) и полосы «ароматического триплета» (868, 809, 746 см<sup>-1</sup>).

В ИК-спектре масел (рис. 1, А) практически не проявляются полосы поглощения, характерные для функциональных групп гетероорганических соединений, хотя по данным элементного анализа в их составе присутствуют соединения азота (N = 0,16) и серы (S = 1,04 % мас.).

Для ИК-спектров смол и асфальтенов (рис. 1, Б, В) характерно достаточно высокая интенсивность полос поглощения в области 3430–3470, 1700–1730 и при 1026 см<sup>-1</sup>, отвечающих колебаниям связей O–H, N–H, C=O, S=O. Это указывает на присутствие в составе смолисто-асфальтеновых веществ фенолов, карбазолов, карбоксилсодержащих структур и сульфоксидов. В ИК-спектре смол дополнительно проявляется полоса поглощения при 1660 см<sup>-1</sup>, соответствующая колебаниям C–O-группы амидов.

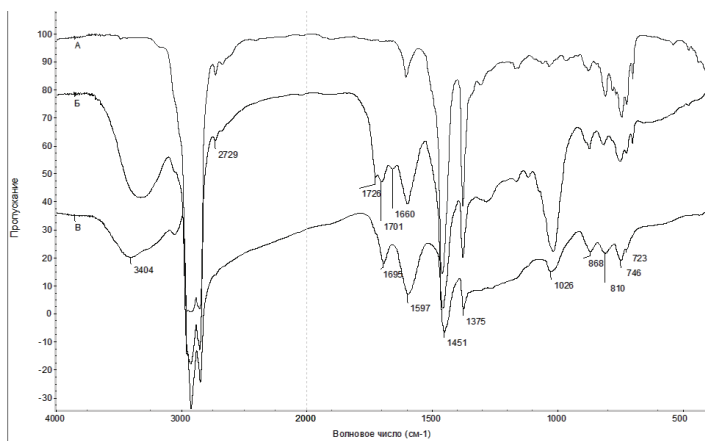


Рис. 1. ИК-спектры масел (А), смол (Б) и асфальтенов (В) нефти Крапивинского месторождения

На основе данных ПМР-спектроскопии рассчитано относительное содержание протонов в различных структурных фрагментах смол и асфальтенов изученной нефти. Площадь пика в области 6,6–8,5 м.д. соответствует протонам, содержащимся в ароматических структурах ( $H_{ар}$ ), в области 2,2–4,0 м.д. – протонам у атома углерода в  $\alpha$ -положении алифатических заместителей ароматических структур ( $H_{\alpha}$ ) и в областях 1,1–2,1 м.д. и 0,3–1,1 м.д. – протонам в метиленовых ( $H_{\beta}$ ) и в концевых метильных группах алифатических фрагментов молекул ( $H_{\gamma}$ ), соответственно [3].

Характер распределения протонов по структурным фрагментам асфальтенов и смол позволяет предположить, что смолы крапивинской нефти менее ароматичны, чем асфальтены и имеют более разветвленную структуру. На это указывают более низкие значения показателей  $H_{ар}$  и  $H_{\alpha}$ , но более высокие значения показателя  $H_{\gamma}$  для смолистых компонентов (табл. 2).

Таблица 2

**Относительное содержание (%) протонов в ароматических ( $H_{ар}$ ) и алифатических ( $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$ ) структурных фрагментах смол и асфальтенов**

Образец	$H_{ар}$	$H_{\alpha}$	$H_{\beta}$	$H_{\gamma}$
смолы	6,59	15,67	61,16	16,58
асфальтены	11,86	21,67	53,18	13,29

Для получения информации о составе углеводородов (УВ) нефти, методом хромато-масс-спектрометрии анализировали масляные компоненты, составляющие ее основную часть (табл. 1). Установлено, что в составе УВ масел присутствуют насыщенные и моноароматические соединения.

Среди насыщенных УВ идентифицированы гомологические ряды нормальных и разветвленных алканов ( $m/z$  57) состава  $C_{12} - C_{34}$  и  $C_{13} - C_{27}$ , соответственно, циклопентаны ( $m/z$  68) от  $C_{14}$  до  $C_{30}$  и циклогексаны ( $m/z$  82,83) от  $C_{15}$  до  $C_{28}$  (рис. 2 а, б, в), среди моноароматических УВ – алкилбензолы с  $m/z$  91, 105, 119 (рис. 2 г, д, е). Алкилмоноарены с  $m/z$  91 представлены *n*-алкилбензолами от  $C_{12}$  до  $C_{33}$ . В составе алкилбензолов с  $m/z$  105 установлены гомологические ряды алкилтолуолов с общим числом атомов углерода в молекуле от 12 до 33. Моноароматические УВ с  $m/z$  119 являются сложной смесью соединений с общим числом атомов углерода в молекуле от 13 до 22. Анализ масс-спектров и сравнение с литературными данными [5] позволяет говорить о присутствии в их составе 1-алкил(2,3-; 2,6-; 3,4-; 2,4-; 2,5-; 3,5-)диметилбензолов (алкилксилолов), а также 1-алкил(2-;3-;4-)этилбензолов.

Для установленных классов соединений характерно уни-модальное молекулярно-массовое распределение. Среди насыщенных УВ максимально содержание гомологов  $C_{17}$  и  $C_{18}$ , среди моноароматических УВ –  $C_{14}$  и  $C_{15}$ .

Результаты проведенного исследования позволяют сделать следующие выводы:

– нефть Крапивинского месторождения является мало-смолистой, сернистой и по своим свойствам близка к нефтям западно-сибирского НГП.

– смолистые компоненты по сравнению с асфальтенами менее ароматичны и имеют более разветвленное алифатическое замещение.

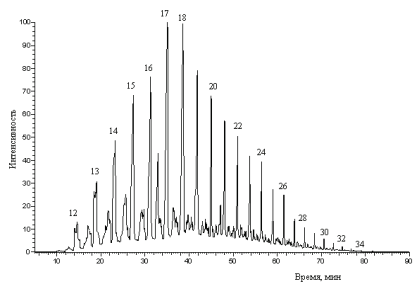
– в составе масел исследуемой нефти идентифицированы насыщенные (алканы, нафтены) и моноароматические УВ (*n*-алкилбензолы, алкилтолуолы, алкилксилолы, алкилэтилбензолы).

#### *Литература*

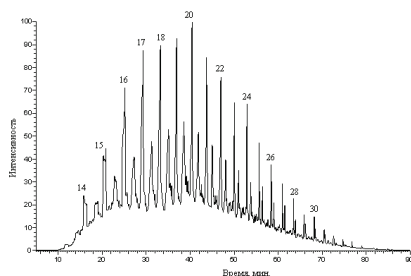
1. Книга нефти: месторождения нефти и газа [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://kniganefiti.ru/field.asp?field=38>



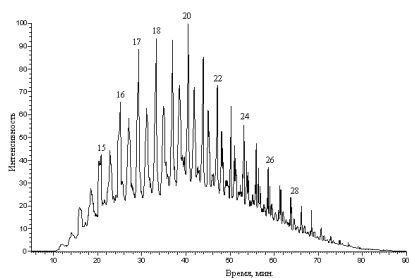
2. Сергун В.П., Чешкова Т.В., Коваленко Е.Ю., Мин Р.С., Сагаченко Т.А. Состав смолисто-асфальтеновых веществ нетрадиционных источников углеводородного сырья // Технологии нефти и газа. – 2013. – Т. 89, № 6. – С. 22–25.
3. Огородников В. Д. ЯМР-спектроскопия как метод исследования химического состава нефтей // Инструментальные методы исследования нефти / под ред. Г. В. Иванова – Новосибирск: Наука, 1987. – С. 49–67.
4. Антипенко В.Р. Термическое превращение высокосернистого природного асфальта: Геохимические и технологические аспекты. Новосибирск: Наука, 2013. 184 с.



а)

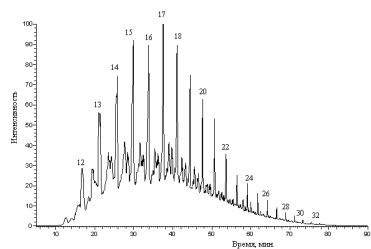


б)

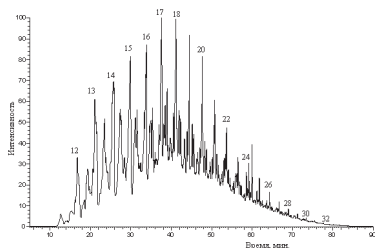


в)

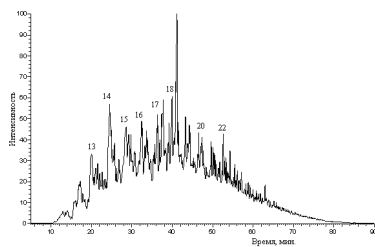
Цифры обозначают общее число атомов углерода в молекуле



г)



д)



е)

Рис. 2. Масс-хроматограммы масел нефти Крапивинского месторождения по  $m/z$  57 (алканы, а), 68 (циклопентаны, б), 82, 83 (циклогексаны, в), 91 (н-алкилбензолы, г), 105 (алкилтолуолы, д), 119 (алкилсилолы, е)

## МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИНСТРУМЕНТОМ «ПОИСК РЕШЕНИЯ» MS EXCEL

*В. А. Федорова<sup>1</sup>, И. С. Бондарчук<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Научный руководитель: С. С. Бондарчук, д.ф.-м.н., проф.  
*Томский государственный педагогический университет*

<sup>2</sup> Научный руководитель: И. А. Курзина, д.ф.-м.н., проф.  
*Национальный исследовательский Томский государственный университет*

Достаточно весомая часть публикаций по тематике междисциплинарного взаимодействия посвящена методическим разработкам использования вычислительных возможностей персональных компьютеров при решении различного рода задач в конкретных областях знаний, в частности, химии [1, 2]. Часть разработок ориентирована на использование электронных таблиц MS Excel – программном обеспечении, установленном практически на всех учебных, домашних, лабораторных и пр. персональных компьютерах. Изучение электронных таблиц включено в образовательные программы по информатике.

Демонстрационные варианты базируются, как правило, на решении уравнений химической кинетики – задаче определения порядка реакции.

Теоретической основой таких примеров [1–3] является задача идентификации порядка  $p$  и константы  $k$  реакции по экспериментальным данным зависимости концентрации реагента  $C$  от времени  $t$  протекания этой реакции

$$\frac{dC}{dt} = -kC^p, \quad C|_{t=0} = C_0. \quad (*)$$

Для оценки порядка реакции используется выражение для константы реакции из аналитического решения уравнения (\*)

$$k = \frac{1}{t} \begin{cases} \ln(C_0/C), & \text{если } p = 1, \\ [C_0^{1-p} - C^{1-p}]/(1-p), & \text{если } p \neq 1, \end{cases}$$

В работах [1, 2] идентификация константы скорости реакции по заданной таблице  $\{t_i; C_i\} (i = 1, 2, \dots, N)$  показывается на данных, приведенных в табл. 1.

Таблица 1

**Концентрация NaOH в реакции омыления метилуксусного эфира**

$t$ , мин	0	3	5	7	10	15	25
$C$ , мМ	10,00	7,40	6,34	5,50	4,64	3,63	2,54

В рамках излагаемой в [1, 2] традиционной для химии методики для конкретных значений порядка реакции ( $p=0,1,2,3$ ) предлагается вычислять значения констант для каждого значения порядка  $k_i (i=0,1,2,3 - \text{порядок реакции})$  и фактически «на глаз» без указания как выбрать искомое значение (рис. 1, строки 1–8).

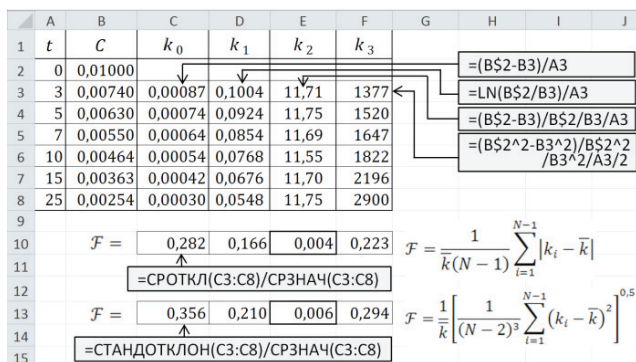


Рис. 1. Скриншот листа Excel по вычислению констант для различных порядков реакции

Законченности решения задачи таким способом легко достигнуть, если в качестве критерия выбора порядка реакции использовать какой-либо функционал  $F$ , отражающий относительный разброс вычисленного ряда констант реакции. То есть, порядок реакции определится тем значением, при котором относительный разброс вычисленной из исходной таблицы данных  $\{t_i; C_i\}$  по этому порядку константы реакции имеет наименьшее значение. В качестве таких функционалов можно использовать, например, следующие

$$F = \frac{1}{\bar{k}(N-1)} \sum_{i=1}^{N-1} |k_i - \bar{k}| \quad \text{или} \quad F = \frac{1}{\bar{k}(N-2)} \left[ \frac{1}{(N-2)^3} \sum_{i=1}^{N-1} (k_i - \bar{k})^2 \right]^{0,5},$$

где черта над параметром определяет его среднее значение.

Выражения для функционалов выбраны из-за простоты их реализации через статистические функции Excel СРОТКЛ(данные)/CPЗНАЧ(данные) или СТАНДОТКЛОН(данные)/CPЗНАЧ(данные).

Тогда, после добавления строк 10-13 (рис. 1), где вычисляются функционалы, точка минимума укажет порядок реакции, который в наибольшей степени соответствует данным рис. 1. В рассматриваемом случае это столбец E, соответствующий реакции второго порядка.

Порядок реакции можно определить более универсальным способом, используя имеющийся в электронных таблицах надстройки (инструментарий) «Поиск решения» в режи-

ме (для данного случая) нелинейного метода обобщенного понижающего градиента.

Надстройка «Поиск решения» изменяет значение в ячейке переменной ( $F2$  – порядок реакции) согласно установленному ограничению («целое») и выводит результат в ячейке  $F7$  целевой функции, куда вводится формула вычисления функционала (рис. 2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	$t$	$C$	$k$						
2	0	0,01000				$p =$ 2			← переменная
3	3	0,00740	11,712			$1-p =$ -1			← вспомогательное
4	5	0,00630	11,746						значение
5	7	0,00550	11,688			$\bar{k} =$ 11,691		=СРЗНАЧ(С3:С8)	
6	10	0,00464	11,552						
7	15	0,00363	11,699			$\mathcal{F} =$ 0,004		=СРОТКЛ(С3:С8)/F5	
8	25	0,00254	11,748						целевая функция
9									
10						=ЕСЛИ(F5=0; LN(B52/B3)/A3; (B52^F53-B3^F53)/F53/A3)			

Рис. 2. Скрини листа Excel по вычислению константы и целочисленного порядка реакции

Преимущества такого подхода к определению порядка реакции заключаются в минимуме вводимых формул и большей общности решения – отсутствию, по сравнению с [1, 2], ограничений на заранее устанавливаемый максимум порядка реакции. Более того – убрав ограничение на тип величины порядка реакции («целый»), получаем его дробное значение. Так, например, при изучении кинетики разложения бромистого нитрозила по реакции  $2\text{NOBr} \rightarrow 2\text{NO} + \text{Br}_2$  (данные табл. 2) порядок  $p$  и константа  $k$ , рассчитанные дифференциальным методом, определены значениями  $p = 1,5$  и  $k = 0,108 \text{ М}^{-0,5}\text{с}^{-1}$ .

Таблица 2

**Концентрация бромистого нитрозила в реакции его разложения**

$t$ , мин	0	18	36	54	72	90	108	126	144
$C$ , мМ	25,4	18,7	14,8	11,6	9,7	8,0	6,8	5,8	5,0

Решение задачи предложенным в данной работе подходом (рис. 3) дает достаточно близкие значения  $p = 1,532$  и  $k = 0,126 \text{ М}^{-0,532}\text{с}^{-1}$  при меньшей на 37 % величине максимальной ошибки аппроксимации.

При решении задачи так называемым графическим методом используется «спрямляющее» зависимость  $C(t)$  преобразование координат, форма которого определяется видом исходного уравнения:

$$\tilde{C} = \begin{cases} \ln C, & \text{если } p = 1, \\ C^{1-p}, & \text{если } p \neq 1. \end{cases}$$

Графическая интерпретация метода заключается в том, что порядок реакции определяется тем преобразованием координат, результатом которого является функция  $\tilde{C}(t)$ , наиболее близкая к линейной.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	t	0	18	36	54	72	90	108	126	144
2	C	0,0254	0,0187	0,0148	0,0116	0,0097	0,0080	0,0068	0,0058	0,0050
3										
4		k =	0,130	0,123	0,127	0,123	0,125	0,125	0,126	0,127
5			=ЕСЛИ(\$B8=0;LN(\$B2/C2)/C1;(\$B2^\$B8-C2^\$B8)/\$B8/C1)							
6	переменная порядок реакции									
7	p =	1,532		$\bar{k} =$	0,126	← =СРЗНАЧ(C4:J4)				
8	1-p =	-0,532		$\mathcal{F} =$	0,014	← =СРОТКЛ(C4:J4)/E7				
9						целевая функция				

Рис. 3. Скриншот вычислений константы и дробного порядка реакции

Контролировать эту «близость» проще всего коэффициентом детерминации (аппроксимации), который для модели парной линейной регрессии равен квадрату коэффициента корреляции между переменными. Реализуется метод той же надстройкой «Поиск решения», где целевая ячейка содержит квадрат Excel-функции КОРРЕЛ(данные) (рис. 4).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	t	0	3	5	7	10	15	25
2	C	0,01	0,0074	0,0063	0,0055	0,0046	0,0036	0,0025
3	$\tilde{C}$	89,5	120,07	140,49	160,4	189,35	240,61	340,92
4		=ЕСЛИ(\$B5=1;LN(B2);B2^(1-\$B5))				=КОРРЕЛ(B1:H1;B3:H3)^2		
5	p =	1,9759	переменная порядок реакции		$R^2 =$	1,0000	целевая функция	

Рис. 4. Скриншот листа Excel вычисления «графическим» методом

Само собой, что решение можно получать как целого типа, так и вещественного (дробного), в зависимости от устанавливаемого либо нет ограничения на ячейку (в данном случае B5) изменяемой переменной.

Наглядно иллюстрировать решение задачи графическим методом лучше нормированными зависимостями, поскольку масштабы представляемых величин достаточно различны. На рис. 5 представлен скриншот листа Excel, где для конкрет-

но задаваемого порядка реакции  $p$  в ячейке I1 рассчитывается «спрямленное» значение концентрации C2:C8 и значения D2:D8 ординат прямой линии  $C^L = at + b$ , дающей наилучшее линейное приближение для этой «спрямляемой» концентрации.

Параметры прямой (угловой коэффициент  $a$  и смещение  $b$ ) определяются используемыми методом наименьших квадратов Excel-функциями НАКЛОН(данные) и ОТРЕЗОК(данные). Для того, чтобы картинка «не прыгала» при смене порядка реакции и перевычислении данных, полученные значения нормируются (столбцы E и F) следующими преобразованиями ординат:  $\tilde{C}_n = (\tilde{C} - C_{\min})/\Delta C$ ,  $C_n^L = (C^L - C_{\min})/\Delta C$ , где  $C_{\min} = \min\{\tilde{C}, C^L\}$ ,  $C_{\max} = \max\{\tilde{C}, C^L\}$ ,  $\Delta C = (C_{\max} - C_{\min})$ .

На рис. 6 представлены графики для ряда значений порядка реакции.

Анализ учебно-методической литературы и публикаций, включая цитированные в данной работе, показал, что в подавляющем большинстве случаев при решении задач химической кинетики программное обеспечение MS Excel используется в «режиме калькулятора» для выполнения линейных арифметических вычислений. Используемые при этом алгоритмические указания не имеют законченной формы и не позволяют, в общем случае, однозначно формулировать результат.

В отличие от традиционных подходов предлагаемая методика и алгоритмы вычислений для решения задач химической кинетики имеют законченную форму, а программа электронных таблиц используется более функционально, что позволяет получать общие и более точные решения рассматриваемых задач для расширенного типа значений определяющих параметров.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	$t$	$C$	$\tilde{C}$	$C^L$	$\tilde{C}_n$	$C_n^L$	$p =$	2	порядок реакции			
2	0	0,01000	1,00E+02	9,96E+01	0,001	0,000	$R^2 =$	1,000	=КОРРЕЛ(A2:A8;C2:C8)^2			
3	3	0,00740	1,35E+02	1,35E+02	0,121	0,120	$a =$	1,2E+01	=НАКЛОН(C2:C8;A2:A8)			
4	5	0,00630	1,59E+02	1,58E+02	0,201	0,200	$b =$	1,0E+02	=ОТРЕЗОК(C2:C8;A2:A8)			
5	7	0,00550	1,82E+02	1,82E+02	0,280	0,279	$C_{\min} =$	1,0E+02	=МИН(C2:D8)			
6	10	0,00464	2,16E+02	2,17E+02	0,394	0,399	$C_{\max} =$	3,9E+02	=МАКС(C2:D8)			
7	15	0,00363	2,75E+02	2,76E+02	0,598	0,599	$\Delta C =$	2,9E+02	=I7-I6			
8	25	0,00254	3,94E+02	3,93E+02	1,000	0,998						
9												
10												
11												

Рис. 5. Скриншот листа Excel для иллюстрации «графического» метода

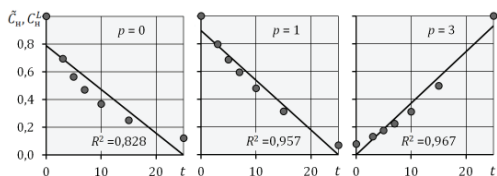


Рис. 6. Графическая иллюстрация для вычисления порядка реакции

### Литература

1. Е.Е. Бельчик, Л.П. Ватлина, Е.И. Смирнов Использование электронных таблиц Excel для решения расчетных задач по химии // Ярославский педагогический вестник, 2010. № 4. – С. 77–82.
2. Анисова Т.Л., Салпагаров С.И. Методика определения порядка химической реакции при обработке опытных данных в программе Excel // Вестник МГПУ, 2013. № 1 (11). – С. 127–132.

## БИОГАЗ: ЭНЕРГИЯ, ПОДАРОННАЯ ПРИРОДОЙ

*Д. А. Чермохин*

*Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия*

Научные руководители: Л. А. Зейле, к.хим.н., доц.;

Т. Н. Цыбукова, к.хим.н., доц.;

О. К. Тихонова, к.хим.н., доц.

В современном мире огромное внимание уделяется проблемам охраны окружающей среды. Трудно представить себе деятельность человека, будь то небольшой бизнес или крупное предприятие, без решений, направленных на охрану природы, и экологического мониторинга.

Когда мы слышим фразу «экология и технологии», то, в первую очередь, на ум приходят понятия: энергосберегающие технологии, очистные сооружения, экономное использование природных ресурсов, альтернативные источники энергии и т. д.

При внедрении новых технологий всегда стоит вопрос о влиянии их на окружающую среду. Без решения данного вопроса сегодня не осуществляется ни один проект, к какой бы сфере деятельности человека он не относился [1].

### Актуальность темы.

Одним из ответов на проблемы современной экологии является разработка альтернативных видов топлива. В настоящее время среди традиционных способов получения энергии имеются: ветряные, солнечные, геотермальные. Однако все



они требуют дорогостоящего оборудования и зависят от территориального фактора. Одним из забытых видов сырья является биогаз, который использовали еще в Древнем Китае, и вновь открытый в наше время.

Используя биогаз, можно решить сразу несколько проблем: утилизация органических отходов, получение дешевого топлива и органических удобрений.

Проблема с утилизацией различного рода мусора остро стоит не только в нашей стране, но и во всем мире. Во многих странах эту проблему решают, перерабатывая мусор в биогаз.

Сырьем для получения биогаза является биомасса, которая представляет собой эффективный, возобновляемый источник энергии. Понятие «биомасса» используется в общем смысле как животное-растительное сырье и в более узком – как сырье для биогенератора. На современном уровне за счет биомассы можно перекрыть 6–10% от общего количества энергетических потребностей промышленно развитых стран.

Биогаз образуется в результате деятельности 3 типов бактерий: первый тип – гидролизные или ацетогенные бактерии, выделяющие гидролитические ферменты, под действием которых органические соединения (белки, жиры, углеводы) биомассы начинают распадаться на простейшие структурные элементы органических полимеров (аминокислоты, моносахариды, жирные кислоты). Второй тип бактерий – это гомоацетатные бактерии, под действием которых происходит гидролизное окисление простейших органических веществ до ацетатов, диоксида углерода и свободного водорода. Третий тип бактерий представляет собой метаногенные (метанобразующие) бактерии, которые перерабатывают питательные соединения второго типа бактерий, в метан, диоксид углерода и воду. От состава биомассы зависит количество получаемого из нее биогаза. В результате получается дешевое биотопливо и улучшается состояние окружающей среды [2].

На территории Томской области нет ни одной биогазовой установки, в то время как использование биогаза экономит затраты на электроэнергию.

Основными компонентами биогаза являются: метан (55–70%) и углекислый газ (28–43%), а также в очень малых количествах другие газы, например, сероводород [3].

Средняя теплота сгорания биогаза, содержащего около 60% метана, равна 22 МДж/м<sup>3</sup>. Поскольку горючая часть биогаза состоит из метана, его причисляют к семейству природных газов.

Кроме того, после получения биогаза остается шлам (твердый осадок), который можно использовать в качестве полезного органического удобрения в сельском хозяйстве [4].

#### **Цель работы.**

Получение в лабораторных условиях пробного образца биогаза и оценка целесообразности использования его в качестве топлива.

#### **Материалы и методы.**

Основными элементами биогазовых установок являются: реактор для биомассы (метантенк или биогенератор, бро-дильная камера), для которого характерна полная герметичность, надежная теплоизоляция и стойкость к коррозии; газ-гольдеры, нагревательные системы, а так же устройства для перемешивания субстрата [5].

В лабораторных условиях был сконструирован метан-тенк-биогенератор на основе аппарата Киппа, который изготовливается из стекла и состоит из основных частей: колбы-реактора с резервуаром, воронки с длинной трубкой, газоот-водной трубки и ловушки для улавливания паров.

Для получения биогаза использовалась биомасса, состоя-щая из животного-растительного сырья (куриный помет, опад листьев общей массой 1 кг) и воды. После предварительной оценки кислотности (значение рН  $\approx$  7,5–7,6) биомассу загру-жали в экспериментальную установку, затем герметично упаковывали и накрывали теплоизоляционным материалом. Установку термостатировали при 35–40°С, что является до-статочным для нормальной жизнедеятельности бактерий.

Через трое суток из установки осторожно был выпущен воздух для того, чтобы в ней остался лишь биогаз, после чего реактор подвергался повторной герметичной упаковке.

Периодически, один раз в неделю, проводилась проба на присутствие в биогенераторе достаточного количества биогаза: для этого к газоотводной трубке подносили горящую спичку. Если выделяющийся газ загорался, то это свидетельствовало о том, что процентное соотношение по объему в биогазе горючего газа (метана) было больше, чем негорючих газов (углекислый

газ, водород и др.). Положительный результат наблюдался спустя три недели: за это время процесс анаэробного сбраживания изолированной биомассы считался завершенным полностью.

В ходе эксперимента было получено 0,5 литра биогаза, которого хватило, чтобы нагреть 20 мл воды на 50°C, следовательно, была получена тепловая энергия равная 1 ккал.

Полученные в ходе эксперимента данные и расчеты показали, что 1м<sup>3</sup> биогаза может дать при сгорании 2000 ккал тепловой энергии. Оставшийся в биореакторе сухой остаток может быть использован в качестве эффективного удобрения, которое содержит в себе помимо полезных органических веществ, незаменимые для жизненных процессов растений соединения азота, калия и фосфора.

### **Выводы.**

Результаты исследовательской работы показали, что созданный в лабораторных условиях простейший биогенератор оказался экономически выгодным и позволил за три недели получить около 0,5 дм<sup>3</sup> (н.у.) биогаза. Благодаря высокой калорийности, биогаз может стать достойной заменой традиционным видам топлива. Томская область обладает достаточными ресурсами для проектирования и реализации обеспечения регионов промышленными биогазовыми установками. Биогаз можно использовать в сельском и домашнем хозяйстве для нагрева воды, отопления помещений, а так же как топливо для автомобилей и других нужд. Биогаз целесообразно получать и использовать не только в качестве дешевого источника энергии, но и с целью утилизации отходов органического происхождения, которые пагубно влияют на окружающую среду.

### *Литература*

1. Сергей Передерий. Метан из биомассы. ЕКО Holz-und Pellethandel GmbH: Дюссельдорф, Германия (ИНТЕРНЕТ).
2. В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер Биогаз. Теория и практика. М.: Колос, 1982. С. 13–14.
3. Агаджанян Н.А, Ушаков И.Б, Торшин В.И. и др.; Под общ. ред. Н.А. Агаджаняна. Экология человека: Словарь-справочник. М.: ММП «Экоцентр», издательская фирма «КРУК», 1997. С. 25.
4. Голдовская Л.Ф. Химия окружающей среды. М.: Мир; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. С. 21–53.
5. Барбара Эдер. Ганц Шульц. Биогазовые установки. Практическое пособие. М.: Астрель, 2006. 250 с.

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ И КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

---

## К 95-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ В. Д. СУХОДОЛО

*Д. В. Буланова*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

*Научный руководитель: М. Л. Седокова, к. биол. н., доц.*

Суходоло Владимир Демьянович (28 июня 1919 – 9 марта 2000 гг.) ученый-физиолог, профессор Сибирского государственного медицинского университета, 51 год своей жизни он посвятил науке. 28 июня 2014 г. ему исполнилось бы 95 лет.

Родился Владимир Демьянович в 1919 г. в маленьком местечке Гайновка близ Беловежской пуши в семье железнодорожника. В раннем детстве у Владимира Демьяновича проявились творческие наклонности: он много рисовал и успешно учился. Окончил гимназию и коммерческий лицей в г. Белостоке.

В 1939 г. Владимира Демьяновича призвали в армию и отправили в артшколу в г. Ленинграде. Курсант Суходоло входил в состав зенитного расчета небольшого катера, защищавшего Ленинград со стороны Финского залива и Ораниенбаумского плацдарма.

28 октября 1941 г. Владимир Демьянович получил тяжелое ранение обеих ног и был доставлен в один из госпиталей блокадного г. Ленинграда.

Ему было всего 20 лет, когда был поставлен диагноз: газовая гангрена, одну ногу ампутировали почти по тазобедренный сустав. После операции он был очень слаб, поэтому в список раненых, подлежащих эвакуации на «большую землю» его не занесли, но в феврале 1942 г. его все же вывезли из блокадного Ленинграда.

В Томске он попал в госпиталь, где и познакомился со своей будущей женой, Еленой Жуковой, студенткой мединститута, проходившей в госпитале практику. Эта встреча определила его профессиональный выбор и он решил стать медиком.

Начались годы учебы, голодные, военные, полные проблем и лишений, но это была его молодость. Владимир Демьянович

увлекся учебой и общественной работой: стал старостой участников ВОВ, затем членом комитета комсомола вуза, председателем студенческого профкома. За отличную учебу и большую общественную работу он был удостоен стипендии им. И.В. Сталина. С отличием окончив лечебный факультет ТМИ, В.Д. Суходоло получил два предложения: продолжить обучение в клинической ординатуре на кафедре факультетской терапии у профессора Д.Д. Яблокова или в аспирантуре на кафедре нормальной физиологии у профессора Б.И. Баяндурова. Будущий профессор выбрал физиологию и с воодушевлением начал работать над диссертацией по механизмам высшей нервной деятельности. В 1948 г. В.Д. Суходоло изменил тематику научных исследований, и в 1952 г. он защитил кандидатскую диссертацию на тему «Моторная функция желчевыводящего аппарата в онтогенезе». По окончании аспирантуры Владимир Демьянович стал работать ассистентом кафедры нормальной физиологии, а в 1956 г. был переведен на должность доцента.

Его первые самостоятельные научные исследования касались изучения механизмов желчеотделения в эксперименте. К 1956 г. у Владимира Демьяновича сформировался четкий научный интерес о периодической деятельности пищеварительного аппарата. Первая работа «К вопросу о периодической секреции пищеварительных желез», опубликованная в трудах Томского университета в 1956 г., явилась началом глубоких исследований в этом направлении. Тематика изучения пищеварительных желёз нашла своё отражение и в дальнейших работах учеников Владимира Демьяновича [6 и др.].

В 1960–1963 гг. В.Д. Суходоло опубликовал серию работ по влиянию воды озера Карачи на пищеварительный тракт животных.

Углубляясь в изучение механизмов периодической деятельности органов пищеварения, Владимир Демьянович установил, что периодическое отделение слюны у собак является одним из компонентов активного периодического отделения секретов главных пищеварительных желез, ингредиенты которых избирательно всасываются в кишечнике и осуществляют регуляторные влияния на пищеварительный канал и организм в целом.

В сентябре 1972 г. В.Д. Суходоло защитил докторскую диссертацию на тему «Периодическая секреция слюны

и механизмы ее регуляции». В июне 1976 г. Владимиру Демьяновичу было присвоено ученое звание профессора[1].

В трудах профессора Суходоло В.Д. выявлены механизмы регуляции периодической деятельности желудочно-кишечного тракта (около 1,5-часовой циркадный ритм). В.Д. Суходоло уделял много внимания этому загадочному явлению в организме животных и человека. Определил, что ритм периодической деятельности контролируется ансамблем пептидных гормонов, гормонов желез внутренней секреции, медиаторов, в котором каждый его компонент выполняет свою роль по строго согласованной партитуре. Исследования показали так же и рефлекторный механизм регуляции периодической деятельности, связанный с функциональным состоянием центральной нервной системы (ЦНС). Подтверждением участия центральных структур головного мозга в регуляции периодического ритма является то, что общее возбуждение животных, двигательная реакция скелетных мышц возрастает в периоды активной работы и снижается в периоды относительного покоя ЖКТ. При сонном и дремотном состоянии животных до наступления первых сокращений желудка возникает движение мышц шеи, затем конечностей и туловища, нарастают ориентировочные реакции, появляются одышка и саливация, усиливается ответная реакция на условные раздражители. При наступлении периода относительного покоя желудка весь комплекс «общего возбуждения» исчезает и животные при благоприятных условиях погружаются в дремотное состояние и даже в глубокий сон до наступления очередного периода работы ЖКТ. Авторы предполагают о возможной связи ритма периодической деятельности с фазами сна. Опыты, проведенные Н.Н. Лебедевым в условиях параллельной регистрации активности коры мозга и периодической деятельности у собак, выявили корреляцию энцефалограммы коры с периодами работы и покоя желудка [2].

В 1961 году В.Д. Суходоло обнаружил, что потеря дуоденальных секретов ведет к далеко идущим нарушениям гомеостаза, нервно-гуморальных механизмов регуляции организма и извращению ответной реакции сердца собак на электрическое раздражение лапы животного. Парадоксальная реакция сердца выражалась в том, что после применения ноцицептивных

раздражителей сердечные сокращения снижались на 29 ударов, а через 5–10 минут ритм сердечной деятельности нарастал [3].

В монографии ученого было доказано, что физиологически активные вещества, продуцируемые слюнными железами, обладают активирующими и ингибирующими действиями на функциональные механизмы желудка, кишечника, поджелудочной железы, печени, а также всего организма в целом [4].

Проводя исследования периодической моторно-секреторной деятельности органов гастродуоденального отдела и слюнных желез, В.Д. Суходоло, М.Л. Седокова и другие его ученики обнаружили, что у щенят в постнатальном периоде на фоне непрерывной моторной деятельности желудка и 12-перстной кишки имеет место непрерывное отделение слюны и выделение дуоденальных секретов с примесью желчи. В возрасте 4–5 месяцев у щенят деятельность слюнных желез и органов гастродуоденального отдела приобретает четкий периодический характер, свойственный молодым животным. Экспериментальное нарушение саливации отражается на периодичности деятельности гастродуоденального комплекса и содержании микроэлементов в тканях кишечника, печени, почек, сердца, что подчеркивает особую сторону физиологического назначения слюнных желез в организме [5].

Профессор В.Д. Суходоло опубликовал более 250 научных работ и монографию «Периодическая секреция главных пищеварительных желез». Он неоднократно выступал с научными сообщениями по проблемам регуляции периодической деятельности желудочно-кишечного тракта на конференциях, съездах и симпозиумах всесоюзного, всероссийского и международного масштаба.

Профессор В.Д. Суходоло был лектором на педиатрическом факультете с многолетним стажем. Каждую лекцию он готовил заново, каждая была для него событием.

Под руководством В.Д. Суходоло защитили диссертации 18 человек. Он подготовил 3 докторов и 15 кандидатов наук.

Владимир Демьянович всегда активно сотрудничал с польской диаспорой г. Томска. Он прекрасно знал польский язык, был неизменным участником официальных и неофициальных встреч, организуемых в г. Томске. В 1999 г. он общался с президентом Академии медицинских наук Польши паном

Казимиром Имелинским, который наградил В.Д. Суходоло медалью польской Академии медицинских наук «За заслуги перед медициной». Это была 12-я награда В.Д. Суходоло, самыми дорогими для профессора, были ордена Отечественной войны I и II степени, медали «За оборону Ленинграда», «За победу над Германией».

Для многих сотрудников кафедры нормальной физиологии СибГМУ профессор Суходоло В.Д. был истинным Учителем – высокоинтеллигентным человеком, обладающим удивительным умением общаться с людьми, он заряжал всех своим оптимизмом, служил примером глубокой порядочности и добросовестности. Особое место в его работе и жизни занимал педагогический процесс. Студенты обожали Владимира Демьяновича, и учащиеся тех групп, в которых он вел практические занятия по нормальной физиологии, справедливо считали, что им крупно повезло [1].

Рассказывает ученица Владимира Демьяновича доцент ТГПУ Седокова Марина Львовна.

Судьба свела меня с профессором В.Д. Суходоло в 1985 году. Он любезно пригласил меня на кафедру нормальной физиологии медицинского университета для научной работы. Тему моей будущей кандидатской диссертации определили буквально в первый день встречи. Наша совместная работа длилась более 10 лет. Подружились мы с первых дней знакомства, так как иначе и не могло быть. Всегда при встрече Владимир Демьянович улыбался, доброжелательно приветствовал и угощал конфеткой. Конфеты всегда были у него припасены в столе на тот случай, если к нему в кабинет зайдет коллега. Это удивительная черта характера – угощения проявлялась у профессора всегда при удобном случае.

Наша экспериментальная работа требовала высокой работоспособности, внимательности и терпения. Нам приходилось искать на улице бездомных собак для проведения эксперимента. Животных необходимо было выхаживать, откармливать и ухаживать за ними во время эксперимента. У меня были особые в этом плане трудности. Для моих исследований использовались совсем молодые щенята. А они всегда требовали к себе повышенного внимания и ухода. Всему этому меня учил профессор своим личным примером, и подвести его было не возможно. Оперировали в один день две, а ино-



гда и три собаки. А это означало, что у операционного стола приходилось стоять 3–4 часа. Владимир Демьянович демонстрировал всегда четкие, умелые действия хирурга и никогда не показывал, что устал, а ведь стоял на одной ноге – свою любимую тросточку оставлял у входа в операционную.

До сих пор вспоминаю колбасу, которую профессор приносил для угощения кафедральным экспериментальным собакам. В те времена колбаса в магазинах была большой редкостью, а мы всегда голодные аспиранты с великим удовольствием съедали ее за чаем.

У профессора был очень неразборчивый почерк. Когда он делал свои замечания, корректировал текст или давал письменные указания сотрудникам своей рукой, возникали большие проблемы в их прочтении. Я настолько приспособилась читать его рукопись, что все сотрудники обращались ко мне за помощью прочтения.

Навсегда остались в памяти, часто повторяемые им слова: «Собака без фистулы – это не собака».

Рассказывает ученица Владимира Демьяновича доктор медицинских наук профессор Низкодубова Светлана Васильевна.

Мне было 27 лет, когда я начала работать младшим научным сотрудником в одном из НИИ г. Томска. Научную тему для исследования определила профессор Завадовская Нина Петровна. Для выполнения поставленных задач были необходимы физиологические методики, умение оперировать крупных животных (собак) и Нина Петровна привела меня на кафедру физиологии СибГМУ к профессору Суходоло Владимиру Демьяновичу. Когда я училась в данном вузе Владимир Демьянович читал у нас на педиатрическом факультете лекции по физиологии, и я с большим волнением шла на встречу с ним, мне тогда казался он недостижимым для меня, ещё не сделавшей ничего в науке, тем более физиологические методы исследования: сложные операции на собаках для хронического исследования периодической работы желудочно-кишечного тракта, биохимические методы изучения состава желчи, сахара крови и так далее. Доброжелательная обстановка первой встречи положила начало моего становления как физиолога. Четверть века я работала рядом с моим учителем, все, что я умею – это его вклад в становлении меня как ученого. Он учил, помогал, радовался успехам, в результате

я успешно защитила кандидатскую диссертацию и спустя 10 лет докторскую. Прошло много лет, а его отеческая улыбка, шутки, доброжелательность к молодежи я помню всегда.

#### *Литература*

1. Суходоло И.В. К 95-летию со дня рождения Суходоло В.Д. // Журнал №1 Бюллетень сибирской медицины. 2004. С.120–124.
2. Суходоло В.Д., Лебедев Н.Н. Новые аспекты в механизмах регуляции периодической деятельности желудочно-кишечного тракта. Сб. научных трудов Выездного Пленума Центрального Совета Всесоюзного физиологического общества им. И.П.Павлова при АН СССР «Узловые вопросы современной физиологии». Томск, ротап rint ТГУ. 1984. С. 146–174.
3. Келус Р.Н., Суходоло В.Д. Феномен переключения условно-рефлекторных реакций сердца на ноцицептивное раздражение при дефиците пищеварительных секретов // Тезисы Всесоюзной научной конференции «Нейрогуморальные механизмы регуляции висцеральных органов и систем», Томск, 1989. С.52–53.
4. Суходоло В.Д., Суходоло И.В. Периодическая деятельность главных пищеварительных желез. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1987. С. 155.
5. Суходоло В.Д., Седокова М.Л., Гарустович Т.И., Кашкан Г.В., Корнев Н.Л. Периодическая моторно-секреторная деятельность органов гастродуоденального отдела и слюнных желез // Тезисы докладов XV всесоюзной конференции «Физиология пищеварения и всасывания». Краснодар, Краснодарское производственное полиграфическое объединение, 1990. С. 270.
6. Низкодубова С.В., Ласукова Т.В., Легостин С.А. Применение липидов сапропеля для коррекции нарушений метаболизма печени крыс при токсико-химическом гепатите // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (Tomsk State Pedagogical University Bulletin). 2013. Вып. 8 (136). С. 94–99.

## **РЫНОК СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ УСЛУГ В Г. ТОМСКЕ, ЕГО ДОСТУПНОСТЬ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ, ВОЗРАСТНО-ГЕНДЕРНЫЕ РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЫНКА СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ УСЛУГ**

*Д. О. Кузнецова, Н. Г. Карабей*

*Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: В. Н. Казанчеев, аспирант, ассист. преподавателя

На сегодняшний день стоматология является одной из самых востребованных отраслей медицины. Согласно данным Министерства здравоохранения и социального развития, 14% жителей РФ (почти 20 млн. человек) ежегодно проходят

профилактический стоматологический осмотр в государственных медицинских учреждениях. Плачевное состояние государственной медицины в сфере стоматологии способствовало созданию крупных сетей специализированных стоматологических клиник, которые составляют серьезную конкуренцию муниципальным лечебным учреждениям.

Рынок платных стоматологических услуг активно начал развиваться в 90-е годы XX века. Сегодня он полностью победил бесплатный государственный сектор. Возможно, это связано с тем, что частные клиники склонны использовать новейшие медицинские методики лечения (вектор-лечение, гирудотерапия), в то время как в государственных учреждениях эти услуги недоступны. Платные стоматологические клиники захватили практически весь рынок стоматологических услуг в России: потенциальная мощность рынка оценивается в 300 млн. посещений в год, большая часть которых – платные. По неофициальным оценкам, объем российского рынка стоматологии в 2012 г. Составил порядка 260 млрд. руб., а основная часть рынка приходилась на Москву, Санкт-Петербург и города-миллионеры. Платная стоматология значительно опережает в развитии другие сегменты рынка платных медицинских услуг. Конкурентные преимущества стоматологического бизнеса складываются особенно оптимистично для тех интегрированных компаний, которые умеют концентрироваться на оказании высокоспециализированных услуг. Наиболее распространенным типом стоматологического предприятия в России являются несетевые клиники и частные кабинеты: их насчитывается около 73%. На долю сетевых предприятий приходится 27% от общей численности стоматологических клиник.

Для более глубокого изучения рынка стоматологических услуг в г. Томске, нами был проведен опрос трех возрастных групп населения:

- Женщины и мужчины в возрасте от 18 до 25 лет (молодой возраст);
  - Женщины и мужчины в возрасте от 25 до 45 лет (средний возраст);
  - Женщины и мужчины в возрасте от 45 (пожилой возраст).
- В опросе приняли участие 170 респондентов.

С учетом того, что в г. Томске (по данным за 2014 г.) проживает 578 600 чел., в отношении генеральной совокупности распределение во время опроса по полу и возрасту оказалось следующим:

Молодой возраст: 13 мужчин и 18 девушек;

Средний возраст: 35 мужчин и 75 женщин;

Пожилой возраст: 8 мужчин и 21 женщина.

Результаты опроса представлены в таблицах, диаграммах и гистограммах.

Опрашиваемым были заданы вопросы относительно посещаемости ими стоматологических клиник, для какой цели (лечение, протезирование, профилактические процедуры) и в какую клинику (частную\ муниципальную) они обращались, а также, во сколько им обошелся прием у стоматолога.

Данные, полученные в ходе опроса, позволяют:

1. Исследовать доступность стоматологических услуг для населения г. Томска.

2. Исследовать среднюю стоимость стоматологических услуг в различных клиниках города Томска, сопоставить качество этих услуг на основании мнения населения.

3. Выявить причинно-следственные связи между возрастными-гендерными особенностями населения и заболеваниями органов полости рта у населения г. Томска.

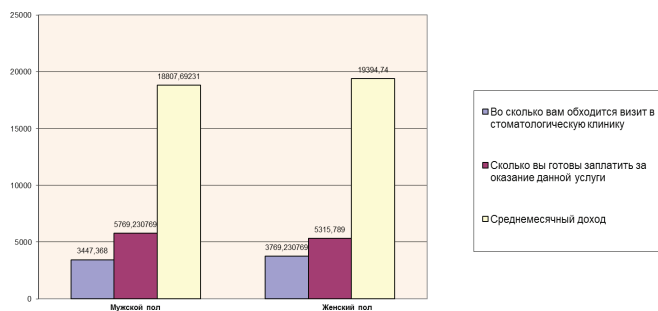
4. Проследить связь заболеваний органов полости рта с особенностями региональных условий.

На основании этих данных нами было установлено, что молодая и средняя группы (как мужчины, так и женщины) склонны посещать частные стоматологические клиники, в то время как представители старшей возрастной группы (также независимо от пола пациента) чаще пользуются услугами муниципальных стоматологических клиник.

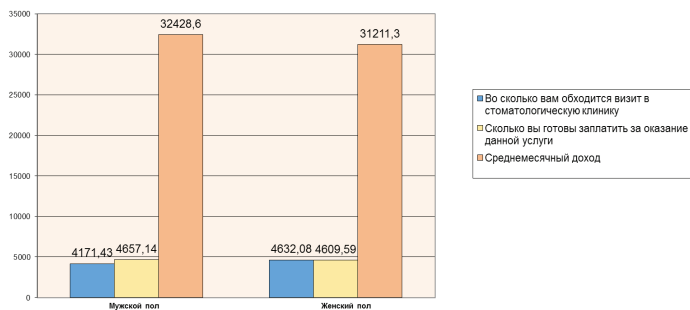
Пациенты частных медицинских организаций в противовес пациентам государственных и муниципальных, обычно хорошо информированы о своих правах. Среди пациентов частных клиник значительно выше процент доверяющих персоналу в вопросах конфиденциальности. Данные факторы для большинства клиентов частных клиник стали решающими при выборе лечебного учреждения. Также важна для пациентов репутация клиники (33,1%), ее местонахождение

(20,4%). Но основным фактором, определяющим выбор лечебного учреждения, конечно, является стоимость лечения. Граждане боятся высоких цен в частных клиниках – это стереотип. Качество бесплатной медицины чаще устраивает респондентов в возрасте старше 45 лет (25% против 15% в других возрастных группах), а также в возрасте до 25 лет. Это связано, в первую очередь, с возможностью оплачивать стоматологические услуги. У респондентов в возрасте старше 45 лет, происходит стремительное снижение ежемесячного дохода, особенно это проявляется у женской половины населения. Это наглядно можно проследить на графиках.

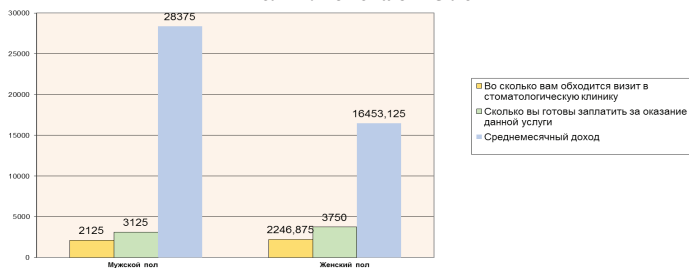
### Жители г. Томска от 18–25 лет



### Жители г. Томска от 25–45 лет



### Жители г. Томска от 45 лет



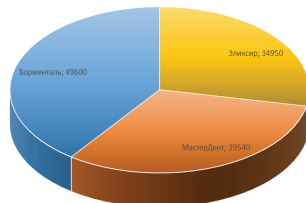
Обнаружена взаимосвязь между тем, пользуются ли услугами частных клиник родители и готовностью привести в негосударственную больницу своего ребенка. Так, 75,1% пациентов частных клиник, лечат за деньги и своих детей.

Исходя из результатов опроса, мы можем прийти к выводу, что большая часть населения отдает свое предпочтение частным клиникам. Изучив прайс-листы нескольких стоматологических клиник г. Томска, видно, что общая стоимость полного перечня услуг варьирует в допустимых границах нормы, наблюдаются небольшие отличия среди клиник, связанные в первую очередь с поставкой, фирмой-производителем, местом расположения стоматологических клиник.

Вашему вниманию предоставлены данные об услугах, проводимых в трех наиболее востребованных стоматологических клиниках г. Томска, а также общая сумма, необходимая для проведения полного комплекса процедур, пользующихся наибольшей популярностью. По результатам опроса 64% всех респондентов склонились к клинике «Эликсир», обосновывая это приемлемой ценой и высоким качеством обслуживания.

Эликсир	Обследование	500 р.
	Профилактика	3 500 р.
	Лечение кариеса	2 200 р.
	Лечение пульпита	3 500 р.
	Удаление зуба	750 р.
МастерДент	Имплантация	6 500 р.
	Протезирование	18 000 р.
	Обследование	800 р.
	Профилактика	9 000 р.
	Лечение кариеса	2 100 р.
Борменталь	Лечение пульпита	4 200 р.
	Удаление зуба	440 р.
	Имплантация	5 000 р.
	Протезирование	18 000 р.
	Обследование	500 р.
Борменталь	Профилактика	10 000 р.
	Лечение кариеса	3 000 р.
	Лечение пульпита	5 500 р.
	Удаление зуба	600 р.
	Имплантация	10 000 р.
	Протезирование	20 000 р.

Общая стоимость услуг в стоматологических клиниках г.Томска



Изучив общий доход опрошенного населения и стоимость стоматологических услуг, мы выяснили, что большинство заболеваний связано с отсутствием финансовых возможностей больше половины населения. Большинство из тех, кто не пользуется платными услугами, заявляют, что не видят в этом необходимости, поскольку не болеют (55%) или их вполне устраивает качество бесплатных медуслуг, предоставляемых государственной клиникой (19%). Лишь 23% опрошенных, из тех, кто не пользуется платной медициной, считают, что просто не могут себе ее позволить. Чаще всего о том, что они не болеют, заявляют мужчины (60% против 46% у женщин), респонденты в возрасте до 35 лет и респонденты со средним и высоким уровнем доходов. И хотя средний доход населения является относительно приемлемым, что дает населению возможность посещать частные стоматологические клиники, разброс между нижним и верхним пределом достаточно велик. Так, отдельный респондент может иметь доход, равный 4000 руб., а другой имеет средний доход в размере 40000 руб. По сравнению с 2005 годом россияне стали более активно пользоваться услугами частных медучреждений, при этом роль государственных поликлиник и больниц на рынке платных медуслуг остается по-прежнему преобладающей. Средняя сумма, которую россияне в среднем потратили за последний год на платные медуслуги, достигает 8700 рублей. В 2005 году эта сумма составила в среднем 5600 рублей. Проблемы в финансовой сфере являются вечными проблемами, затрагивающие не только область стоматологии, но и другие сферы медицины.

Средняя стоимость стоматологических услуг, осуществляемых в частных клиниках г. Томска варьирует в допустимых значениях, относительно среднемесячного дохода горожан.

Исходя из наших исследований в области рынка стоматологических услуг, мы можем сделать выводы о том, что большая часть населения выбирает частные клиники, основывая свой выбор лучшим качеством обслуживания и наличием высококачественных материалов. Большинство пациентов частных клиник оценивают уровень квалификации врачей очень высоко. 14% пациентов сказали, что у частных клиник вообще нет недостатков, в то время, как у государственных клиник не наши «минусов» менее 2% опрошенных.

Что касается гендерного разделения, то население в возрасте от 18 до 25 лет, а также от 45 лет и старше, выбирают преимущественно муниципальные клиники, склоняясь к минимальной оплате стоматологических услуг, что дает им возможность на стабильное посещение клиник. Респонденты от 25 до 45 лет, склонны выбирать частные стоматологические клиники. Несмотря на это пациенты различных возрастных категорий довольны качеством обслуживания как в муниципальных, так и в частных клиниках. Эксперты отрицают перегретость рынка стоматологических услуг: отношение цена\качество адекватно отражает отсутствие особых льгот для малого и среднего бизнеса, особенно в части предоставления банковских кредитов и стоимости лизинга оборудования, хотя установка имплантов в российских клиниках до сих пор остается достаточно дорогой. По данным ассоциации стоматологов России, в стране сегодня работают 80 тыс. стоматологов и 20 тыс. зубных врачей, но хирургическую подготовку имеют только 5% дипломированных специалистов. Потому рынок имплантологических услуг составляет более 75 млн. долл. в год.

Большая часть стоматологических заболеваний связана с плохой гигиеной полости рта. Здоровье зубов зависит и от образа жизни, состояния организма в целом, рациона питания, вредных привычек. Очень немногие из опрошенных проходили профилактические осмотры у стоматолога, большинство обращалось к врачу только «по мере необходимости».

Практически на всей территории Томской области существует проблема качества питьевой воды, что также отражается на здоровье зубов.

Исходя из данных, полученных в ходе опроса, можно проследить следующую закономерность: пациенты младшей и средней возрастных групп наиболее часто обращаются к стоматологам для лечения кариеса, парадонтита, пульпита, реставрации зубов, профилактических мероприятий (фторирование, реминерализация). Также представители этих возрастных групп пользовались эстетическими процедурами (отбеливание, удаление зубного налета, камня, реставрация передних зубов, устранение диастем). Респонденты старшей возрастной группы чаще всего обращались в клиники для имплантации



и протезирования, что, несомненно, связано с физиологическими процессами, протекающими в организме.

Подводя итоги, можно сказать, что в г. Томске сложилась благоприятная обстановка для развития стоматологического дела; в целом, стоматологические услуги доступны для населения всех трех возрастных категорий. В дальнейшем можно предположить развитие крупных сетей частных стоматологических клиник, а также, благодаря государственным финансовым вливаниям в медицину, рост качества оказываемых услуг в муниципальных государственных медицинских учреждениях.

## **ИЗУЧЕНИЕ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕВУШЕК МОДИФИЦИРОВАННЫМ МЕТОДОМ СИГМАЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ**

*С. А. Легостин*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Изучение антропометрических показателей современных девушек в возрасте 18–24 лет является актуальным. В последние годы антропометрические показатели всё чаще используются и имеют значение в различных сферах человеческой деятельности: в спорте, в модельном бизнесе, в конкурсах красоты и в медицине при определении стандартов телосложения и норм физического развития. Как правило, авторы, работающие в данных направлениях, подбирают перечень антропометрических показателей в зависимости от целей и задач исследования [1]. Однако у других авторов мы не встретили такого широкого набора антропометрических показателей (всего 23), при помощи которых можно было бы исследовать телосложение человека вообще и отклонения пропорциональности телосложения в частности. Отсутствие такого полного набора доступных антропометрических показателей не позволяет девушкам, занимающимся в современных атлетических и тренажёрных залах по фитнес-программам, точнее оценить своё телосложение на предмет обнаружения нарушений пропорциональности и правильнее подобрать индивидуальную программу физических тренировок.

Целью данной работы являлось определение антропометрических показателей девушек. Одной из задач исследования

было изучение пропорциональности телосложения девушек с помощью метода сигмальных отклонений [2]. В течение последних 5 лет было обследовано 3032 девушек – студенток ТГПУ в возрасте от 17 до 23 лет. По стандартной методике с помощью сантиметровой ленты, ростомера (с точностью  $\pm 0.5$  см) и напольных весов (масса тела, в кг) были изучены 23 антропометрических показателя (таблица 1) [2].

Таблица 1

**Антропометрические показатели девушек ТГПУ**

<b>№</b>	<b>Показатель</b>	<b>M</b>	<b><math>\sigma</math></b>
1	Рост стоя	166	3.0
2	Масса тела	56.5	2.5
3	Окружность головы	55	1.0
4	Окружность шеи	31.5	2.0
5	Окружность плеч	99	3.0
6	Окружность грудной клетки (в.п.)	83	3.0
7	Окружность бюста (ОГК с.п.)	90	3.0
8	Окружность грудной клетки (н.п.)	78	3.0
9	Окружность талии	67	3.0
10	Окружность таза	95	3.0
11	Окружность бедра (в.п.)	54	2.5
12	Окружность бедра (с.п.)	48	2.5
13	Окружность бедра (н.п.)	38	1.5
14	Окружность колена	36	1.0
15	Окружность голени	33	1.5
16	Окружность щиколотки	21	1.0
17	Окружность плеча	27	1.5
18	Окружность предплечья	27	1.5
19	Окружность запястья	15	1.0
20	Длина ноги	91	2.0
21	Длина руки	70.5	2.0
22	Длина кисти	19	1.0
23	Длина стопы	25	1.0
24	ОГК (с.п.) / окружность талии	1.34	0.03
25	Окружность таза / окружность талии	1.41	0.03
26	Длина ног / рост	0.55	0.02

Как показали результаты наших исследований, за последние 10 лет средние показатели девушек претерпели не значительные изменения [3, 4, 5]. Имеется тенденция к проявлению признаков акселерации [1], которая была хорошо заметна при сравнении данных 2001 и 1970 годов исследований [5].

Не обнаружены статистически значимые различия показателей девушек в зависимости от возраста и будущей специализации.

Среднестатистическая девушка (условно, 166:90:67:95) по-прежнему далека от стандартов конкурсов красоты (условно, 174: 93:61:93). Лишь 12 % девушек ТГПУ имеют необходимую для таких конкурсов ключевую пропорцию телосложения женщин (окружность бюста равна окружности таза).

Также было обнаружено, что за последние 10 лет снизилась частота классических типов телосложения (астенический, нормостенический и гиперстенический) с 55 до 45 процентов и, соответственно, на 10 % увеличилась частота случаев разнообразных трудно классифицируемых отклонений от этих типов, которые мы обозначили как индивидуальные особенности телосложения.

После проведения соответствующих антропометрических измерений и вычисления величины сигмального отклонения для каждого показателя по формуле  $S.O. = (m - M) / \sigma$  с сохранением знака «+» или «-» оценивались основные пропорции телосложения обследуемой девушки. К основным пропорциям телосложения были отнесены следующие:

- соответствие длины ног росту человека;
- толщина костей верхних и нижних конечностей (косвенно по окружности щиколотки, запястья и колена);
- длина костей верхних и нижних конечностей (косвенно по длине ног, рук, кистей и стоп);
- пропорциональность развития грудной клетки (при сравнении верхнего и нижнего периметра грудной клетки);
- пропорция между верхней и нижней частью тела (при сравнении окружности таза и верхнего периметра грудной клетки);
- пропорция между развитием грудной клетки и молочных желёз (при сравнении нижнего и среднего периметров грудной клетки).

Пропорция считалась нормальной, если сигмальные отклонения указанных показателей находились в интервале до 1.0 включительно. Гармоничными по всем 6 пропорциям девушки встречались крайне редко – всего 64 из 5032 (2 %), по 5 пропорциям – 7 %, по 4 пропорциям – 15 %, по 3 пропорциям – 30 %, по 2 пропорциям – 30 %, по 1 пропорции – 20 %.

по 2 пропорциям – 27 %, по 1 пропорции – 16 % и ни одной пропорции – у 3 % обследованных девушек. Нарушения пропорциональности длины и толщины костей встречались чаще всего и составляли, соответственно, 56 % и 39 %.

Однако, при обнаружении нарушения пропорциональности соответствующих показателей часто вопрос о «виновном» в этом показателе оставался открытым. Поэтому мы предложили следующую модификацию этого известного метода изучения физического развития человека [7]. Анализируя индивидуальный набор сигмальных отклонений и сравнивая между собой в первую очередь показатели, на которые не оказывают существенного влияние прослойки жира и развитие мускулатуры (условно, толщины и длины костей), можно заметить, что данному человеку удобнее сравнивать свои показатели не с показателями среднего человека ( $C.O. = 0$ ), а с другой величиной, к которой наиболее близки «костные» показатели. Эту величину мы обозначили как индивидуальный стандарт сравнения (ИСС). При последующем сравнении сигмальных отклонений всех 23 антропометрических показателей с ИСС все показатели, которые отличались от него на величину 1.1 и более, принимались за индивидуальные особенности телосложения.

Введение для каждой обследуемой девушки ИСС позволяло обнаруживать от 0 до 5 таких «отклонений» (в 95% случаев). При этом средняя (в пределах  $M \pm \sigma$ ) по всем 23 показателям девушка считалась пропорционально или идеально сложенной. За 20 лет исследований в ТГПУ (обследовано около 10000 девушек) такой «идеальной» девушки обнаружено не было. При введении ИСС количество «идеально сложенных» (0 отклонений) девушек возросло до 10 %.

При этом 41 % девушек имели непропорциональными некоторые «костные» показатели и 49 % девушек имели непропорциональными некоторые «мышечно-жировые» показатели.

В зависимости от особенностей телосложения теперь становилось возможным более точно выбирать метод коррекции [6]. Величину отклонения показателя (В.О.) от нормальной пропорции легко вычислить по формуле:

$$B.O. = m - (ИСС \cdot \sigma + M)$$

Коррекции в 88.6 % случаев подлежали «мышечно-жировые» показатели и лишь в 11.4 % случаев – «костные».

В большинстве случаев «костные» показатели практически не возможно исправить. Тогда как «мышечно-жировые» показатели теоретически и практически исправимы в любом возрасте [6, 8].

Чаще всего коррекции подлежали такие «мышечно-жировые» показатели как окружность талии, таза, голени и среднего периметра бедра.

Замечено, что многие девушки, отдавая дань моде, посещают разнообразные залы, выбирая разновидности современного культуризма (бодифлекс, фитнес, шейпинг, аэробику или их разновидности) не задумываясь над тем, какие задачи они будут решать в этом зале и каким методом это возможно сделать с наименьшими затратами времени и сил. Поэтому в итоге страдает эффективность таких тренировок, закономерно падает к ним интерес и в конечном итоге человек перестаёт верить в возможности современных оздоровительных систем и бросает заниматься своим телом.

При сравнении результатов опроса девушек до исследования пропорций телосложения методом сигмальных отклонений и самого исследования показало, что 65 % девушек ошибались в оценке своих пропорций телосложения.

Опрос девушек ТГПУ также показал, что 55 % из них не видят необходимости влиять на пропорциональность телосложения, 82 % – не верят в возможность такого влияния и 96 % девушек нравится смотреть мотивирующие ролики, в которых известные фитнес-модели демонстрируют свою «идеальную» с позиций пропорциональности фигуру, упражняясь на тренажёрах, что свидетельствует о потребности молодых девушек лучше знать возможности своего тела.

Таким образом, нами было изучены не только антропометрические показатели современных девушек (студенток ТГПУ), но и разработан удобный механизм обнаружения и вычисления величины отклонений пропорциональности телосложения.

#### *Литература*

1. Андреева А.В. Телосложение и антропометрические характеристики девушек 17–20 лет Саратовского региона популяций 2003–2007 гг. URL: <http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-16-html/nikolenko-1/nikolenko-1.htm> (дата обращения: 15.11.2012).

2. Легостин С.А. Основы медицинских знаний и здорового образа жизни: учебно-методическое пособие (часть II-я). Томск: ТГПУ, 2011. 156 с.
3. Легостин С.А. Физическое развитие людей в XXI веке. // XI Всероссийская конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Наука и образование. Томск: ТГПУ, т. 3, ч. 1, 2007. С. 271–274.
4. Легостин С.А., Грицкевич Н.К., Казимова Л.Ф. Изучение антропометрических показателей студентов ТГПУ // Медико-биологические проблемы физической культуры и спорта в современных условиях. Белгород: БелГУ, 2003. С. 273–278.
5. Легостин, С.А. Физическое развитие студентов ТГПУ // Вестн. Томского пед. ун-та, 2000. № 9 (25).
6. Легостин, С.А. Программа «Подростковый фитнес» для подростков 14–19 лет // Сборник образовательных программ (по результатам IV Областного конкурса современных образовательных программ). Томск: ООО «РауШмбх», 2010. С. 5–55.
7. Методы изучения физического развития. URL: [http://www.plam.ru/nauchlit/medicinskaja\\_statistika\\_konspekt\\_lekcii/p3.php](http://www.plam.ru/nauchlit/medicinskaja_statistika_konspekt_lekcii/p3.php) (дата обращения: 15.11.2012)
8. Шварценеггер А. Новая энциклопедия бодибилдинга. М.: Эксмо, 2005. 824 с.

## **ГАЗОВЫЕ ВТОРИЧНЫЕ ПОСРЕДНИКИ**

*Е. Ю. Мухтобарова*

*Томский государственный педагогический университет*

Научный руководитель: Т. В. Ласукова, д.биол.н., проф.

Вторичные посредники (вторичные мессенджеры, англ. second messengers) – это малые сигнальные молекулы, компоненты системы передачи сигнала в клетке. Вторичные посредники являются компонентами каскадов передачи сигнала, быстро образуются и далее активируют эффекторные белки, которые опосредуют ответ клетки. К наиболее распространенным вторичным посредникам относятся цАМФ и другие циклические нуклеотиды, ионы кальция, оксид азота [2, 5].

Концентрация вторичных посредников в цитозоле может быть повышена различными путями: активацией ферментов, которые их синтезируют, как, например, в случае активации циклаз, образующих циклические формы нуклеотидов (цАМФ, цГМФ), либо путем открывания ионных каналов, позволяющих потоку ионов металлов, например, ионов кальция войти в клетку. Эти малые молекулы могут далее связывать и активировать эффекторные молекулы –

протеинкиназы, ионные каналы и разнообразные другие белки [3].

Вторичные посредники классифицируют по растворимости в воде и размеру молекулы:

Гидрофобные молекулы – нерастворимые в воде молекулы, например, диацилглицерол, инозитолтрифосфат, фосфатидилинозитолы – связаны с мембраной и могут диссоциировать в околосмембранное пространство, где регулируют активность белков, связанных с мембраной;

Гидрофильные молекулы – водорастворимые молекулы и ионы, например, цАМФ, цГМФ,  $Ca^{2+}$  – находятся в цитозоле;

Газы – оксид азота (NO), оксид углерода (CO) – могут переходить из цитозоля в межклеточную среду через клеточные мембраны[7].

Только в конце прошлого века был открыт новый класс газообразных посредников, к которому относятся такие газы как NO, CO и сероводород ( $H_2S$ ) [6]. Это особая группа веществ, осуществляющих как межклеточную, так и внутриклеточную регуляцию разнообразных физиологических функций. Данные газы эндогенно синтезируются с помощью ферментов, и их синтез является регулируемым. Клеточные эффекты газов опосредуются либо через систему внутриклеточных посредников, либо они оказывают прямое влияние на субъединицы ионных каналов, белки экзоцитоза, внутриклеточные ферменты. Показано, что мишенью действия газов могут быть гуанилат- и аденилатциклазы[4].

В последнее время много внимания уделяется очень короткоживущему вторичному посреднику NO (оксиду азота). Показано, что NO способен передавать сигнал не только внутри клетки, но и между клетками (в том числе от постсинаптического нейрона к пресинаптическому).

Оксид азота (NO) так называемый эндотелиальный расслабляющий фактор, синтезируется из L-аргинина клетками млекопитающих при участии NO-синтазы эндотелия сосудов, макрофагов, неадренергически-нхолинергическими нейронами, иннервирующими как сосудистую, так и внесосудистую гладкую мускулатуру [7].

NO является мощным вазодилататором, ингибитором агрегации тромбоцитов, нейротрансмиттером неадренергически-

нехолинергических нейронов, вызывающих релаксацию гладкой мускулатуры ряда органов и тканей, в частности половых органов.

Стимуляторами активности NO-синтетазы в зоне воспаления могут быть ацетилхолин, гистамин, серотонин, ИЛ-1, ФНО, полисахариды, эндотоксины.

Индуцированная NO-синтетаза играет важную роль в реализации цитотоксических функций активированных макрофагов против клеток-мишеней, включающих в себя опухолевые клетки, бактерии, вирусы, индуцирующие развитие воспалительной реакции.

Цитотоксическое действие NO обусловлено его взаимодействием с железом, содержащимся в различных ферментах клеток макроорганизма и являющегося ростовым фактором для многих инфекционных возбудителей воспаления. Инактивация клеточного железа сопровождается развитием цитостатического и цитолитического действия.

Чрезмерное освобождение NO в системный кровоток при различных формах патологии, в том числе и воспалительной природы, приводит к развитию глубокой гипотонии за счет дилатации сосудов. Вазодилатирующий эффект NO обусловлен быстрым связыванием NO с геминовой простетической группой гуанилатциклазы гладко-мышечных элементов сосудов, образованием нитрозил-геминового комплекса, являющегося активатором гуанилатциклазы.

Активированная гуанилатциклаза обеспечивает образование циклического ГМФ – вторичного мессенджера NO.

Обе существующие изоформы NO-синтетазы (мембранная в эндотелии сосудов и цитозольная – в нервной ткани) активируются Са. Последний связывается в цитозоле с кальмодулином, тем самым способствуя связи кальмодулина с NO-синтетазой и переводу фермента в активное состояние. Индуцированная NO-синтетаза может присутствовать в различных типах клеток млекопитающих, подверженных иммунологической стимуляции.

Двухфазная NO/цГМФ-зависимая регуляция концентрации внутриклеточного кальция в кардиомиоцитах, осуществляется NO путем стимуляции гуанилатциклазы дозозависимо увеличивает концентрацию цГМФ. В низких концентрациях цГМФ



ингибирует фосфодиэстеразу 3 (ФДЭ 3), и это ведет к увеличению уровня цАМФ, включая протеинкиназа А – опосредованное увеличение уровня  $Ca^{2+}$ . В высоких концентрациях цГМФ активирует фосфодиэстеразу 2 (ФДЭ 2) с последующим уменьшением уровня цАМФ и снижением  $Ca^{2+}$ . ЕННА блокирует эффекты высокой концентрации цГМФ.

Действие NO в небольших концентрациях обычно в результате синтез конститутивными формами NO-синтаз, в основном связано с влиянием на гемовую группу растворимой формы гуанилатциклазы. После связывания NO с ионом Fe в порфириновом кольце гема, этот ион несколько смещается по отношению плоскости кольца, что приводит к конформационному изменению молекулы и активации гуанилатциклазы [1]. В результате повышение уровня цГМФ происходит в течение 5 с (в гладкой мускулатуре), что может влиять на ионные каналы, фосфодиэстеразы или активировать протеинкиназу G. К тому же цГМФ снижает уровень внутриклеточного  $Ca^{2+}$ , что также вносит вклад в расслабление гладких мышц.

На фоне действия NO происходит снижение скорости образования цАМФ за счет обратимого связывания NO с цистеиновым остатком фермента, а в аденилатциклазе I типа NO вызывает потерю чувствительности фермента к кальмодулину.

В различных отделах ЦНС NO через активацию цГМФ/цАМФ-зависимые протеинкиназные пути усиливает или тормозит секрецию медиатора [5].

Источниками NO в нервно-мышечном синапсе являются мышечное волокно, в этом случае NO действует на пресинаптическую мембрану в качестве ретроградного мессенжера, диффундируя из мышечного волокна. Также NO может выделяться из шванновской клетки или синтезироваться в самом нервном окончании. В нервной терминали NO активирует растворимую форму гуанилатциклазы и усиливает синтез цГМФ. Активация цГМФ-стимулируемой фосфодиэстеразы (ФДЭ 2) приводит к деградации цАМФ и уменьшению количества активных протеинкиназа А. Протеинкиназа А регулирует секрецию медиатора путем фосфорилирования белков  $Ca^{2+}$ -потенциал-зависимые и кальций-активируемые К-каналов, белков экзоцитоза [4]. Снижение уровня протеинкиназы А при действии NO приводит к уменьшению вызванного освобождения медиатора. Кроме

того, NO может напрямую модулировать потенциал-зависимые K- и Ca-каналы с внешней и внутренней стороны мембраны нервного окончания путем S-нитрозилирования.

Другой газообразный посредник – CO является слабым активатором растворимой гуанилатциклазы *in vitro*. Очищенный энзим активируется в 130 раз при действии NO и только в 4,4 раза при действии CO в одних и тех же условиях, и эти данные были подтверждены в различных тканях. В целом клетки млекопитающих имеют высокую способность генерировать CO, а в некоторых органах, таких как мозг, эта способность превышает генерацию NO. Так, в обонятельных нейронах эндогенный уровень CO составляет от 10–30 мкМ, а экзогенный CO в этих концентрациях значительно увеличивал активность гуанилатциклазы до 190–200% по сравнению с контролем. Увеличение уровня цГМФ при действии CO приводит к активации протеинкиназы GI [6].

Показано, что гемоксигеназа-2 – фермент синтеза CO локализуется в саркоплазматическом ретикулуме скелетных мышечных волокон, активация фермента приводит к синтезу CO, который является относительно устойчивым и мембранопроницающим соединением. Поступая в нервное окончание в качестве ретроградного посредника, CO будет усиливать высвобождение ацетилхолина путем увеличения внутриклеточного уровня цАМФ. CO, источником, которого может быть мышечное волокно, активирует растворимую форму гуанилатциклазы (ГЦ) и аденилатциклазу (АЦ), усиливая синтез цГМФ и цАМФ. цГМФ ингибирует цГМФ-ингибируемую фосфодиэстеразу (ФДЭ III). В результате гидролиз цАМФ снижается. Увеличение уровня цАМФ в нервном окончании и активация протеникиназы А (ПКА) приводит к усилению освобождения медиатора [5].

Исследование внутриклеточных механизмов действия третьего газообразного посредника – H<sub>2</sub>S на синаптическую активность в нейронах гиппокампа позволило предположить, что эффект газа на активность НМДА – рецепторов опосредован через активацию цАМФ – зависимой протеинкиназы. Оказалось, что NaHS в микромолярных концентрациях вызывал увеличение уровня цАМФ в клетках нейронов и глии. Кроме того, эффект NaHS на НМДА-рецепторы полностью снимался при блокировании аденилатциклазы. В нервно-мышечном синапсе изменение внутриклеточного уровня цГМФ

и ингибирование аденилатциклазы не изменяло эффектов  $H_2S$  на освобождение медиатора. Однако, влияние газа частично уменьшалось при повышении уровня цАМФ с помощью мембрано-проникающих аналогов, что свидетельствует об участии аденилатциклазной системы в эффектах газа [8].

Приведенные данные свидетельствуют, что физиологические эффекты газообразных посредников – нового класса эндогенных регуляторов – также тесно связано с изменением активности системы циклических нуклеотидов[4].

#### *Литература*

1. Lugnier C. Cyclic nucleotide phosphodiesterase (PDE) superfamily: a new target for the development of specific therapeutic agents. // *Pharmacol Ther.* 2006. Vol. 109(3).
2. David L. Nelson, Michael M. Cox *Lehninger Principles of Biochemistry.* 4. W.H. Freeman, 2004.
3. Альбертс Б., Брей Д., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уотсон Дж. Молекулярная биология клетки: в трех томах. 2. Москва: Мир, 1994. Т. 2. 539 с.
4. Зефирова, А.Л. Ионные каналы нервного окончания / А.Л. Зефирова, Г.Ф. Ситдикова // *Успехи физиол. наук.* 2002. Т. 33. № 4.
5. Ласукова, Т.В., Маслов, Л.Н., Горбунов, А.С. Агонисты опиоидных рецепторов имитируют феномен «ишемического preconditionирования» сердца: роль циклических нуклеотидов и  $Ca^{2+}$ -АТФ-азы саркоплазматического ретикулума / *Вестник ТГПУ.* Вып. 3 (93). 2010. С 64–69.
6. Петров, А.М. Роль сигнального каскада цАМФ в кругообороте синаптических везикул двигательного нервного окончания / А.М. Петров, А.Р. Гиниятуллин, А.Л. Зефирова // *Нейрохимия.* 2008. Т. 25, № 3.
7. Ситдикова, Г.Ф. Газообразные посредники в нервной системе / Г.Ф. Ситдикова, А.Л. Зефирова // *Российский физиол. журнал им. И.М. Сеченова.* 2006. Т. 92, № 7.
8. Чеснокова Н.П., Невважай Т.А., Михайлов А.В. Патогенез острого воспаления. Саратов: СГМУ, 2004. 74 с.
9. Яковлев, А.В. Внутриклеточные пресинаптические механизмы эффектов оксида азота (II) в нервно-мышечном соединении лягушки / А.В. Яковлев, Г.Ф. Ситдикова, А.Л. Зефирова // *Нейрохимия.* 2005. Т. 22, № 1.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ МАССОРОСТОВЫМИ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ У СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

*А. П. Неврюев*

*Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия*

*Научный руководитель: В. Б. Студницкий, к.биол.н., доц.*

С давних пор человечество задавалось вопросом о связи психики с телом человека.

На данный вопрос есть два основных ответа. Первый заключается в том, что психическое и физиологическое находятся в постоянном взаимодействии и оказывают влияние друг на друга. Подобный подход получил название принципа психофизиологического взаимодействия.

Второе решение известно как принцип психофизиологического параллелизма. Суть его состоит в утверждении невозможности причинного взаимодействия между психическими и физиологическими процессами.

Известно, что в определенной степени особенности физического строения и психика человека предопределены генотипом. Учитывая эту зависимость, можно предположить, что между физическими и психофизиологическими показателями имеется определенная связь.

Таким образом, целью исследования является выявление этой взаимосвязи путем анализа массоростовых и психометрических показателей человека.

Материалы и методы исследования. Было проведено психофизиологическое и антропометрическое обследование студентов в количестве 51 человек: 34 девушки и 17 юношей в возрасте от 17 до 23 лет. Для оценки антропометрических показателей использовались данные измерений массы и роста тела. На основе этих данных высчитывались индекс массы тела (ВМІ), должный вес и отклонение от должного веса у конкретного человека. Для оценки уровня личностной и ситуативной тревожности использовался тест Спилбергера-Ханина. Для выявления типа темперамента использовался тест Айзенка (ЕРІ). Обработка данных проводилась с использованием возможностей программ Excel и Статистика.

Все испытуемые были разделены на четыре группы в зависимости от величины индекса массы тела.

А – масса тела ниже нормы (ВМІ<18,5); В – пониженная нормальная масса (ВМІ от 18,5 до 22); С – повышенная нормальная масса (ВМІ от 23 до 25); D – масса тела выше нормы (ВМІ>25).

Результаты.

Среди людей студенческого возраста взаимосвязь между данными уровня тревожности полученных по тесту

Спилбергера-Ханина и массой тела не обнаружена. Во всех четырех группах в одинаковой степени встречаются три уровня тревожности (высокий, средний, малый).

Проведение корреляционного анализа показало слабо выраженную связь между уровнями тревожности и индексом массы тела, которую можно объяснить погрешностью (рис. 1, 2).

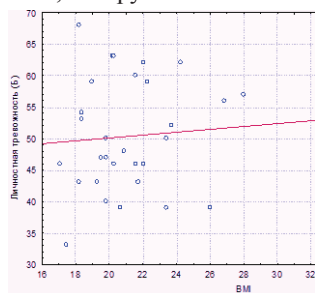


Рис. 1. Взаимосвязь личностной тревожности и массы тела

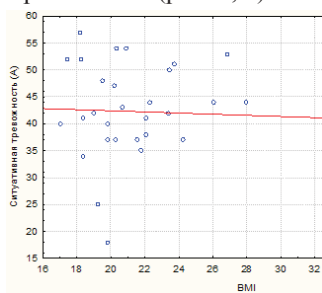


Рис. 2. Взаимосвязь ситуативной тревожности и массы тела

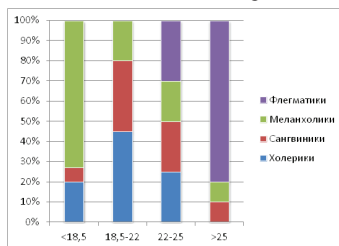


Рис. 3. Тип темперамента и массоростовые показатели

Анализ по типу темперамента показал, что в группе А 80% обследуемых являются меланхоликами в той или иной степени, 20% являются холериками.

В группе В 45% обследуемых являются холериками, 35% – сангвиниками, 20% – меланхоликами.

В группе С примерно в равной степени встречаются все четыре типа.

В группе D 80% обследуемых являются флегматиками, 10% составляют меланхолики, 10% – сангвиники (рис. 3).

Одновременно проводилось изучение взаимосвязи отдельно у юношей и у девушек. Разница между установленными закономерностями оказалась незначительна.

Выводы. В ходе исследования оказались неподтвержденными предположения о взаимосвязи между уровнем тревожности человека и его весом. Однако в целом можно проследить статистическую взаимосвязь между типом темперамента и индексом массы тела. Прослеживается закономерность, согласно которой, при увеличении индекса массы тела в исследуемых группах уменьшается количество меланхоликов, и увеличивается количество флегматиков. Люди со средней массой тела преимущественно холерики и сангвиники. При этом, характер этой взаимосвязи был примерно одинаков как у юношей, так и у девушек.

Таким образом, однозначно можно сказать, что при оценке психологического состояния пациента, необходимо учитывать данные антропометрии.

## **ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Н. В. Солодова, К. Л. Афанасьева*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия  
Научный руководитель: М. Л. Седокова, к. биол. н., доц.*

В настоящее время Россия переживает период демографического кризиса. С первой половины 90-х годов наступила и усиливается депопуляция населения: происходит устойчивое сокращение общего прироста населения, снижение рождаемости, рост смертности, что привело к увеличению показателя естественной убыли, который с 1993 г. находится на стабильно высоком уровне. В связи с неустойчивой экономической ситуацией, военными действиями и др. причинами, усилились миграционные процессы. Численность населения страны за 1992–2000 гг. сократилась на 3,5 млн. чел. Наблюдается негативная тенденция в образовании семей. Молодые пары все чаще отказываются от официальной регистрации брачных отношений, что привело к росту рождаемости детей вне брака, к массовому распространению малодетности, росту аборт и увеличению числа неполных семей (с одним родителем). Легкомысленное отношение молодежи к вопросу создания семьи отражается на качестве воспитания детей, состоянии

их здоровья и здоровье самих родителей. Стабильно высокими остаются показатели смертности от сердечно-сосудистых, инфекционных и паразитарных заболеваний, туберкулеза, несчастных случаев, травм, убийств и самоубийств.

В связи с ростом заболеваемости туберкулезом, вирусными парентеральными гепатитами, ВИЧ-инфекцией, ИППП, возрождением старых, давно забытых заболеваний, наркоманией, снижением общих показателей здоровья населения – ожидать улучшения демографических показателей в ближайшем будущем не приходится. Кризис в нашей стране может затянуться на долгие годы. Социальный фактор в этом вопросе играет не последнюю роль.

Во многих цивилизованных странах в последние годы наблюдаются демографические изменения в сторону сокращения численности населения, снижения рождаемости. В некоторых государствах численность населения пополняется в основном за счет притока эмигрантов. Демографический кризис – своеобразная «плата» за «плоды» цивилизации. Желание жить хорошо и богато, предаваясь наслаждениям и праздности, не обременяя себя рождением и воспитанием детей – вот жизненное кредо «цивилизованного» человека [1].

Рассмотрим демографическую ситуацию на примере Томской области.

Десятилетия рыночных реформ не были легкими для томичей, как и для всех жителей российских регионов. Однако томичи перенесли сложное время социальных потрясений относительно с меньшими потерями в сравнении с другими сибирскими городами.

На решение проблем демографического развития в той или иной мере нацелены все реализуемые в городе Томске приоритетные целевые программы, такие как: «Дошкольник на 2007 г.», «Предоставление молодым семьям муниципальной поддержки на приобретение (строительство) жилья на территории муниципального образования «Город Томск на 2007–2010 гг.», «Модернизация и внедрение новых автоматизированных систем в МЛПУ на 2007 г.» и другие.

Кроме того, в целях улучшения демографической ситуации, в городе Томске и Томской области приняты правовые акты, регулирующие размер оплаты труда приемных родителей

и льготы, предоставляемые приемным семьям, порядок и размер ежемесячной выплаты денежных средств на содержание ребенка опекуну (попечителю), начисление и выплату компенсации части родительской платы за содержание ребенка в муниципальных образовательных учреждениях, реализующих основную программу дошкольного образования и другие нормативные документы.

В городе Томске, как и в целом по России, характер рождаемости определяется массовым распространением малодетности (по 1–2 ребенка в семье). Для воспроизводства населения необходимо, чтобы на каждую женщину приходилось по 2,4 ребенка, сегодня в городе Томске этот показатель составляет 1,13 малыша. Число детей, которые в семье по счету являются третьими, рождается в пределах 6,5–8,5 % от общего числа родившихся детей.

Кроме малодетности идет социальный процесс откладывания рождения детей на более поздние временные интервалы. В этой связи меняется возрастная структура женщин, рожаящих детей. В последние годы наибольший коэффициент рождаемости сместился из группы 20–24 года в группу 25–29 лет, причем второй по возрастному признаку у рожавших женщин является группа 30–34 года.

Рост рождаемости в городе Томске в 2006–2007 гг. был связан так же с достижением детородного возраста женщин, родившихся в первой половине 1980 годов, во времена, когда рождаемость по России была наивысшей за последние 40 лет. Снижение числа женщин детородного возраста 20–29 лет начнет сокращаться через 4 года, когда скажутся последствия низкой рождаемости 1990–2004 гг., т.е. возникнет «дефицит матерей».

Потеря обществом ценности семьи и брака привела к большому числу детей, родившихся вне брака. Данный показатель на протяжении последних трех лет составляет 26,9 : 33,8% от общего числа родившихся в городе детей.

Негативное воздействие на формирование будущего репродуктивного поведения молодежи оказывает воспитание детей в неполных семьях.

В 2007 году в сравнении с 2005 годом в городе Томске наметилась тенденция улучшения демографической ситуации за счет роста рождаемости (на 12,8%) и сокращения смертности



(на 9,3%). Естественный прирост населения за этот период составил 1345 человек.

Коэффициент естественного прироста населения в городе Томске в 2007 г. составил 1,2, что значительно выше аналогичного показателя по Сибирскому федеральному округу (- 1,7).

Количество родившихся в городе Томске в 2007 г. детей на 1000 чел. населения составило 12,6 чел., что незначительно отличается от среднего показателя по Сибирскому федеральному округу – 12,7 чел.

На 01.01.2008 г. в городе Томске число многодетных семей, обратившихся в органы социальной защиты, составило 1040 ед., из них 42 семьи – с пятью и более детьми.

Основной причиной смертности населения в городе Томске в 2007 г. являются болезни системы кровообращения, которые составляют 46% от общего числа умерших. На втором месте – новообразования (18,8%), далее – смертность от несчастных случаев, отравлений и травм (15,6%). В сравнении с 2005 г. в 2007 г. снизилась смертность от болезней системы кровообращения на 4,7%, возросла смертность от новообразований на 6,4%. Рост смертности в последние годы происходит среди групп населения трудоспособного возраста:

20–30 лет основные причины смертности: несчастные случаи, отравления, травмы;

45–55 лет основные причины смертности: болезни органов кровообращения, несчастные случаи, отравления, травмы.

В основном смертность трудоспособного населения – это мужская смертность и в большинстве случаев спровоцирована приемом алкоголя. Известно, что злоупотребление алкогольных напитков приводит к разрушению духовно-нравственного сознания современной молодежи [4].

Количество умерших в городе Томске в 2007 г. на 1000 чел. населения составило 11,4 чел., что ниже на 1,3 % среднего показателя по Сибирскому федеральному округу, который составил – 14,4 чел.

Продолжает оставаться высокой смертность детей до года, так за 2007 г. в городе умерло 74 ребенка. Коэффициент младенческой смертности в городе Томске (11,3 чел.) остается выше аналогичного показателя по Сибирскому Федеральному органу – 10,4 чел. на 1000 родившихся. Преобладающей причиной

младенческой смертности являются состояния, возникающие в перинатальный период, а так же врожденные аномалии, связанные со здоровьем матери.

Численность населения в Томской области на 01.01.2012 года составила 1057748 человек (на 01.01.2011 г. – 1048538 человек), т.е., произошло увеличение численности населения на 9,2 тыс. человек или 0,9%.

Демографическая ситуация в 2012 году в Томской области характеризовалась процессом естественного прироста населения, обусловленным превышением числа родившихся над числом умерших. По данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Томской области в 2012 году родилось 14384 человека, умерло 12632 человека, в том числе в возрасте до 1 года – 125 человек.

Коэффициент рождаемости в 2012 году, по сравнению с 2011 годом, увеличился на 4,6% и составил 13,6 рождений на 1000 населения (2011 год – 13,0).

Коэффициент смертности в 2012 году снизился на 2,5% и составил 11,9 случаев смерти на 1000 населения (2011 год – 12,2). Превышение коэффициентов рождаемости над смертностью, достигнутое еще в 2009 году – это важнейший положительный момент, характеризующий улучшение демографической ситуации в области, так как отсутствует естественная убыль населения.

В общей численности населения области (что характерно и для России в целом) преобладают лица женского пола – 560,6 тыс. человек (53,0%), тогда как численность лиц мужского пола – 497,1 тыс. человек (47,0%). Ухудшение соотношения полов связано с высокой преждевременной смертностью мужчин. В расчете на 1000 мужчин в Томской области приходится 1128 женщины.

Одной из основных особенностей в изменении возрастного состава населения Томской области является сокращение численности и удельного веса подростков с 15 до 17 лет. Если в 2011 г. число подростков было 31,7 тыс. человек (3,0% от общей численности населения), то в 2012 г. – 30,2 тыс. человек (2,9%). В 2012 г. отмечается увеличение количества детей от 0 до 14 лет до 170,3 тыс. человек (за счет увеличения количества родившихся).

В январе-марте 2013 года в сравнении с аналогичным периодом 2012 года рождаемость возросла на 0,2%. В то же время произошло ухудшение показателей смертности: смертность возросла на 5,8%. В 1 квартале 2013 года в целом по области на 100 человек родившихся приходилось 99 умерших (в 1 квартале 2012 года – 94). Тем не менее, демографическая ситуация в 2013 года по-прежнему характеризовалась превышением числа родившихся над числом умерших (родившихся – 3318 человек, умерших – 3281 человек). Коэффициент естественного прироста населения в 2013 года в Томской области составил 0,2 (в 1 квартале 2012 года – 0,8).

В 2013 году в сравнении с аналогичным периодом 2012 года число заключенных браков и разводов увеличилось соответственно на 4,1% и 13,5% (1614 браков, 1315 разводов), а миграционный прирост снизился в 4 раза и составил 265 человек [2,3].

#### *Литература*

1. Демографическая ситуация в России. Нравственность – как один из основных путей решения проблемы. Пилипенко Л.А. // <http://knr-ru.narod.ru/AIDS4.html> (26.02.2014)
2. Паспорт программы улучшения демографической ситуации в муниципальном образовании «Город Томск» на 2009–2012 годы. // <http://www.pandia.ru/text/77/232/36205-3.php> (26.02.2014)
3. Ёмкость рынка. // [http://www.investintomsk.ru/investicionnye\\_vozmozhnosti/emkost\\_rynka/](http://www.investintomsk.ru/investicionnye_vozmozhnosti/emkost_rynka/) (02.03.2014)
4. Карпова Н.В., Бохан Н.А. Зависимость от слабоалкогольных напитков как предпосылка нарушения духовно-нравственного самосознания у современной молодежи // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (Tomsk State Pedagogical University Bulletin). 2014. Вып. 5 (146). С. 129–133.

## **ПСИХОЛОГИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЗДОРОВЬЯ**

*Т. Ю. Цыбина*

*Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*

Научный руководитель: С. В. Низкодубова, д.мед.н., проф.

Психология здоровья – это наука, которая включает в себя такие понятия, как психологическое здоровье, методы его сохранения и профилактики. В настоящее время население нашей страны недостаточно внимания уделяет своему профессиональному здоровью. В данном сообщении речь пойдет о таком понятии, как профессиональное здоровье.

Впервые этот термин начал использовать Джордж Эверли в 1986 г. в одной из своих работ, посвященной проблеме интеграции в практике организационной деятельности таких областей, как гигиена труда и психология. Он считал, что очень важно найти методы сохранения психологического здоровья на производстве и донести людям, как это важно. Профессиональное здоровье начинается с профессионального самоопределения, которое формируется в тот период, когда ты сталкиваешься напрямую с вопросом «а кем я буду?».

Говоря простым для понимания языком, профессиональное самоопределение-это совокупность ответов на такие вопросы, как: кто я? что я могу? что получится у меня лучше, а что мне лучше не делать? полностью ли я понимаю, что хотят от меня те или иные организации? Представляю ли я себя в той или иной должности, учитывая все мои физические и личностные свойства? Со временем ты начнешь испытываться моральное удовлетворение от того, что ты делаешь в случае правильного выбора или значительные переживания по поводу случайно выбранной профессии. По сути, процесс профессионального самоопределения – процесс, который не имеет фиксированной точки предела, ведь, чем больше человек получает в своем развитии в определенной сфере, тем лучшим профессионалом он себя считает и к большему стремится.

Неотъемлемой частью, следующей за профессиональным самоопределением, является профессиональная адаптация. Последнюю, в свою очередь, нельзя представить без определенной профессиональной защищенности: способности человека отражать какие либо негативные воздействия извне. Существует ряд условий, при которых профессиональная адаптация походит быстро и результативно, например:

1) если человек подготовлен, способен приспособиться к новым условиям, если он заинтересован в своей деятельности (мотивация) и имеет четкие представления об ней;

2) если начальство непосредственно и коллектив уделяют какое либо внимание профессиональной адаптации нового человека и пытаются поддержать его;

3) если в коллективе оказывается профессиональная психологическая помощь, то такой вариант можно только приветствовать.

Но, к сожалению, мало таких организаций, где тебе начальство поможет и психологическую помощь окажут окружающие. Сказанное имеет прямое отношение к нарушению безопасности человека и говорит о необходимости поиска путей обеспечения и поддержания сопротивляемости и устойчивости человека к негативным внутренним и внешним угрозам. Немаловажную роль для профессионального здоровья имеет надежность профессиональной деятельности [1]. Последнее подразумевает в первую очередь выполнение человеком своих обязанностей в соответствии с тем, как он был этому обучен, обращая внимание на правила безопасности при работе с оборудованием и техникой.

Надежность работы человека, приступившего к профессиональной деятельности после необходимой подготовки и первичной адаптации, будет зависеть теперь от многих факторов:

- поддержание заинтересованности к своей работе;
- переживаемые в процессе труда функциональные состояния (утомление, монотонность и пр.);
- психологический климат в рабочем коллективе;
- режим труда и отдыха;
- организация рабочего места;
- обеспечение эстетических условий труда;
- учет факторов физической среды.

Немаловажную роль здесь сыграют и личностные факторы, к которым относятся: самоконтроль, ответственность, чувство долга, дисциплинированность, самооценка, волевая регуляция, самообладание.

Понятие «надежность» тесно связано с понятием «безопасность» – это состояние условий труда, при которых исключено воздействие опасных и вредных производственных факторов. Вопрос о том, что можно считать безопасным (т.е. дословно состоянием без опасностей) в реальном мире, где всегда существуют какие-либо опасности, давно занимает и будет занимать умы человечества. Но простого, однозначного ответа на этот вопрос нет, и, скорее всего, в ближайшем будущем не будет, ибо обеспечение безопасности (в том числе и безопасности труда) – это сложная организационная, техническая и научная проблема. Многовековой практикой доказано, что *абсолютной безопасности*, т.е. состояния, в котором исключены воздействия всех мыслимых и немыслимых опасностей, просто не существуют. Это

означает, что практически все состояния объектов лишь относительно защищены от опасностей, а разговоры о безопасности / опасности без количественной меры являются некорректными или неконструктивными. Отметим, что понятие «*безопасность труда*» относится к любому простому процессу труда любого работающего или учащегося. Обеспечение безопасности труда является важнейшей составной частью охраны труда работников.

Безопасность труда – это такое состояние условий труда на рабочем месте, при котором воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено, либо отсутствует недопустимый риск, связанный с возможностью нанесения ущерба здоровью работников. Тем самым термин «безопасность труда» увязывается с безопасным состоянием условий труда, а деятельность по созданию или поддержанию этого состояния продолжаем называть «техникой безопасности».

Проблема профессионального здоровья, относительно разных сфер деятельности, за последние года стала очень значимой. Однако, общего мнения о содержании, которое нужно вкладывать в данный термин, пока нет. Например, В.А. Пономаренко считает, что это, в первую очередь, способность организма противостоять негативным воздействиям и сохранять работоспособность при любых условиях.

По мнению Г.С. Никифорова, основываясь, касательно этого понятия, нужно на плане психологического обеспечения профессиональной деятельности, который подразумевает обеспечение профессиональной деятельности – от «входа» в профессию до «выхода» из нее.

Так или иначе, проблема, волнующая многих ученых с древних времен – это проблема здоровья. Упоминания о нем обнаруживаются еще в трудах древнегреческих философов (Платон, Аристотель, Алкмеон, Гиппократ и др.).

Но, несмотря на то, что ученые так давно задаются этой проблемой, до сих пор остается открытым вопрос о её сущности и тем более о понимании и сохранении профессионального здоровья, определении структурных компонентов.

#### *Литература*

1. Невраева И.В. Формирование и развитие кадрового резерва организации // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (Tomsk State Pedagogical University Bulletin). 2013. Вып. 7 (51). С. 42–48.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Динамика движения релятивистской заряженной частицы в поле вращающейся намагниченной сферы <i>М. А. Мастерова</i> .....	3
Каналирование релятивистских позитронов в монокристаллах <i>А. К. Наджибуллоев</i> .....	7
Теоретический расчет оптимизации электронной структуры кристалла MgO <i>Зафари Умар</i> .....	11
Рождение электрон-позитронных пар каналированным позитроном <i>И. В. Фартушев</i> .....	14

### МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Использование дидактических игр на уроках алгебры <i>У. Ф. Бабаили</i> .....	20
Суперсимметричные преобразования с параметром, независящим от полей, в теории поля <i>С. Р. Есипова</i> .....	23
Об использовании тестов в вузах при изучении математических дисциплин <i>Л. А. Жидова</i> .....	27
Применение операционного исчисления к решению уравнений <i>И. Л. Михайлова</i> .....	29
Гиперболические функции <i>К. С. Хоменко</i> .....	31

### ЭЛЕМЕНТАРНАЯ МАТЕМАТИКА

Свойства и применение трансцендентных чисел <i>В. Н. Галинова</i> .....	37
Элементарная математика глазами школьника и студента <i>В. Н. Галинова</i> .....	39
Симметрические многочлены <i>Т. В. Ечина</i> .....	43
Элементы теории симметрии <i>Т. В. Ечина</i> .....	47
Элементы теории числовых последовательностей <i>И. В. Подолькина</i> .....	51

### ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

Модель как способ отслеживания сформированности компетенций <i>Е. О. Алексеева</i> .....	54
Профессиональная компетентность будущего учителя физики <i>Н. Д. Артёмова</i> .....	61
Подготовка учителя к процессу обучения физике по ФГОС <i>А. С. Бычкова</i> .....	66
Новые способы активизации учащихся на уроках физики <i>Е. С. Кисленко</i> .....	69

Возможности дистанционного обучения (на примере курса тимоф)	
<i>О. Л. Новикова</i> .....	74
Анализ особенностей фотоэлектрических панелей о поиск способа повышения их эффективности	
<i>А. С. Петрусёв</i> .....	76
Балльно-рейтинговая система контроля знаний студентов по физике в колледже	
<i>Т. Ю. Приступна</i> .....	79
Формирование метапредметных результатов на уроках физики	
<i>Л. Г. Прокопьева</i> .....	84
Формирование готовности будущих медиков к профессиональному совершенствованию в процессе изучения физики	
<i>С. С. Северюгина</i> .....	88
Формирование интеллектуальной одаренности школьников при обучении физике	
<i>И. А. Ситникова</i> .....	90
Исследование механического поведения регулярно армированного композита с учетом межфазного слоя	
<i>Ю. В. Советова, Ю. Н. Сидоренко</i> .....	93
Развитие дивергентного мышления при решении исследовательских задач на уроках физики	
<i>Р. Р. Юсупова</i> .....	99
<b>АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ</b>	
Булева алгебра компонент положительного элемента L-группы	
<i>Ю. А. Дёмина</i> .....	104
<b>МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ</b>	
Применение IT-технологий в интегрированном курсе «Комбинаторика и ИКТ»	
<i>А. В. Дунец</i> .....	110
Методика введения комплексных чисел в школьном курсе математики	
<i>П. А. Шаркова</i> .....	113
<b>ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b>	
Новая экономика – просто добавьте софт	
<i>Г. А. Белов</i> .....	122
Система экстремального управления генератором СВЧ	
<i>А. В. Волков</i> .....	127
Некоторые способы развития познавательного интереса учащихся в области информатики	
<i>В. М. Долганов, Н. Ф. Долганова</i> .....	131
Интернет и позиционирование личности в «Деревне» Маршалла Маклюэна	
<i>А. Д. Дороничева</i> .....	136
Возможности информационно-обучающих систем для реализации адаптивного обучения	
<i>Е. В. Кабачкова</i> .....	140



Некоторые аспекты организационно-методического сопровождения образовательных мероприятий на сайте ТГПУ «Школьная академия «Успех» <i>Г. А. Казачкова</i> .....	145
Автоматизация деятельности учебного подразделения ВУЗа <i>А. А. Мытник</i> .....	149
Разработка практикума по двоичной арифметике для электронного обучения <i>Д. С. Неверов</i> .....	154
Модель внедрения элементов программированного контроля по курсу информатики для учащихся старших классов в средней школе <i>О. С. Нетёсова</i> .....	158
Коллективное поведение роботов на примере Kilobots <i>М. Ю. Плотникова</i> .....	161
Технологии современных вредоносных программ: особенности обнаружения и защиты <i>Н. Ю. Саятина</i> .....	166
Использование возможностей информационной образовательной среды для реализации дополнительного образования учащихся средней школы <i>М. В. Соин</i> .....	173
Эволюция понятия «информационные технологии» <i>М. А. Соколов</i> .....	175
Использование ИКТ при подготовке к ЕГЭ на примере проекта ЕГЭ70 <i>А. А. Сюсина, С. А. Соколенко</i> .....	176
Информационное обеспечение деятельности научной библиотеки ВУЗа <i>Я. А. Туровская</i> .....	179
Метод проектов как одна из форм развития познавательной активности учащихся на уроках информатики <i>Г. Г. Унжакова</i> .....	181
Исследование выпрямителя при разных типах нагрузки <i>И. С. Шемолин, П. А. Шишанин</i> .....	186
<b>ГЕОГРАФИЯ</b>	
Влияние теплоэнергетики на окружающую среду <i>А. А. Бордакова</i> .....	190
Рекреационные зоны Кемеровской области <i>О. С. Девяткина</i> .....	194
Озеро Джангьсколь – уникальный природный и туристический объект <i>А. А. Кардаш</i> .....	199
Географические краеведческие исследования малых рек Томского района, на примере рек Ушайка и Басандайка <i>М. А. Лапин, Р. А. Пахомов</i> .....	203
Рельеф и четвертичные отложения Ларьякской площади (Западная Сибирь) <i>Д. А. Старосеков</i> .....	207
Система мониторинга водных объектов в России <i>У. В. Филимонова</i> .....	211
Таловские чаши – памятник природы Томской области <i>Д. О. Чеботаева</i> .....	214

## ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ И ЗООЛОГИЯ

Видовой и инверсионный состав малярийных комаров Астраханской области <i>И. Е. Александрова, В. П. Перевозкин, А. С. Минич</i> .....	219
Методика изучения пресноводных раковинных амёб <i>Е. А. Иманкулова, Л. В. Лукьянцева</i> .....	223
Экологические особенности пресноводных моллюсков пойменных озёр и низинных болот (бассейн реки Чулым) <i>П. В. Масленников</i> .....	228
Методы математического анализа флуктуирующей асимметрии <i>Г. С. Рядинская, Е. В. Кохонов</i> .....	232

## БИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ И МИКРООРГАНИЗМОВ

Продуктивность <i>Lactuca Sativa</i> L. под флуоресцентной пленкой <i>С. А. Агаева, В. Н. Тишкина</i> .....	238
Динамика инвертазной активности в эвтрофных торфяных почвах болота Таган <i>Т. А. Баталова, О. А. Голубина, Е. В. Порохина</i> .....	243
Продуктивность <i>Lactuca Sativa</i> L. в светокультуре под лавсановыми светофильтрами <i>Е. Н. Белова, И. Б. Минич</i> .....	248
Активность алкогольдегидрогеназы в корнях и листьях кормовых трав в условиях затопления <i>И. В. Геймор, С. А. Войцекоская</i> .....	253
Активность каталазы в торфяных залежах болот Горного Алтая <i>А. В. Даниленко, Е. В. Порохина</i> .....	256
Исследование комплекса биологически активных веществ экстракта плодов аронии черноплодной <i>Е. А. Крюкова, Е. В. Павлова</i> .....	262
Проблемы использования листьев мать-и-мачехи в медицинской практике <i>О. А. Левченко</i> .....	265
Морфогенез <i>Lactuca Sativa</i> L. под теплоудерживающей пленкой <i>В. Н. Тишкина, С. А. Агаева, А. Ф. Сыроварова, Ж. М. Алибекова</i> .....	270
Утилизация отработанных масел в жидкой среде углеводородокисляющими микроорганизмами <i>Д. А. Филатов</i> .....	274
Применение современных методов для исследования элементного состава сибирских ягод <i>Е. С. Шелез, А. Р. Буачидзе</i> .....	281
Значение хроматографического анализа в диагностике видов рода череда <i>А. Б. Шилова</i> .....	287
Активность оксидоредуктаз в торфяных почвах олиготрофного болота <i>С. В. Шкрёбова, Х. Б. Петрова, В. В. Яковлева</i> .....	290
Древесно-кустарниковые растения смешанного леса района базы практик ТГПУ с. Киреевска <i>М. А. Юрева, Ю. С. Белянцева, А. Г. Ивлева, И. Б. Минич</i> .....	295

## ХИМИЯ

Состав «связанных» соединений в маслах природного битума по результатам их химической и термической деструкции <i>Т. В. Чешкова, О. С. Баканова</i> .....	302
Возможность применения современных методов для элементного анализа вод озер и морей <i>Е. А. Ильичев, Е. В. Томилова, О. Н. Деева</i> .....	308
Термические превращения высокомолекулярных компонентов гудрона Новокуйбышевского НПЗ <i>А. Г. Кривonosова, Ю. О. Карпов</i> .....	313
Нарушение кислотно-щелочного баланса ротовой полости человека и возможность его последующей нормализации <i>А. И. Курашова</i> .....	318
Влияние механохимической модификации на кислотно-основные свойства фульвокислот торфа <i>М. П. Мирзобекзода, Е. В. Мальцева, Н. С. Шеховцова</i> .....	324
Применение компьютерной моделирующей системы «Compaunding» для исследования сырья процесса компаундирования <i>Е. В. Свиридова, М. В. Киргина</i> .....	329
Особенности химического состава нефти Крапивинского месторождения <i>А. Э. Торломова, Я. Лхагвадорж, Ю. А. Колачева</i> .....	333
Методика решения задач физической химии инструментом «Поиск решения» MS Excel <i>В. А. Федорова, И. С. Бондарчук</i> .....	338
Биогаз: энергия, подаренная природой <i>Д. А. Чермохин</i> .....	344

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ И КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

К 95-летию со дня рождения В. Д. Суходоло <i>Д. В. Буланова</i> .....	348
Рынок стоматологических услуг в г. Томске, его доступность для населения, возрастно-гендерные региональные особенности рынка стоматологических услуг <i>Д. О. Кузнецова, Н. Г. Карабец</i> .....	354
Изучение антропометрических показателей девушек модифицированным методом сигмальных отклонений <i>С. А. Легостин</i> .....	361
Газовые вторичные посредники <i>Е. Ю. Мухтобарова</i> .....	366
Исследование взаимосвязи между массоростовыми и психофизиологическими показателями у студентов медицинского университета <i>А. П. Неврюев</i> .....	371
Демографическая ситуация Томской области <i>Н. В. Солодова, К. Л. Афанасьева</i> .....	374
Психология профессионального здоровья <i>Т. Ю. Цыбина</i> .....	379

*Научное издание*

**IV Всероссийский фестиваль науки  
XVIII Международная конференция  
студентов, аспирантов и молодых ученых  
«Наука и образование»  
(21–25 апреля 2014 г.)**

**ТОМ I  
ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТОЧНЫЕ НАУКИ**

Статьи публикуются в авторской редакции

Технический редактор: Н. Н. Сафронова  
Ответственный за выпуск: Л. В. Домбраускайте

Бумага: офсетная  
Печать: трафаретная  
Усл. печ. л.: 16,42  
Уч. изд. л.: 23,28

Сдано в печать: 19.09.2014 г.  
Формат: 60×84/16  
Заказ: 817/Н  
Тираж: 100 экз.

Издательство Томского государственного педагогического университета  
634061, г. Томск, ул. Киевская, 60  
Отпечатано в типографии Издательства ТГПУ  
г. Томск, ул. Герцена, 49. Тел. (3822) 52-12-93  
e-mail: [tipograf@tspu.edu.ru](mailto:tipograf@tspu.edu.ru)