

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Садиева Марина Станиславовна

Должность: Проректор по образовательной деятельности

Дата подписания: 26.03.2026 15:37:17

Уникальный программный ключ:

dfadd478b96da38f4770fc03fd2ef012ad33f139

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Томский государственный педагогический университет»
(ТГПУ)**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД

М.С. Садиева

« 03 » 03 2026 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
(ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ)**

**Современные синхротронные методы на источниках «Мегасайенс»
для исследований и преподавания естественно-научных дисциплин»**

Томск 2026

**Разработчики дополнительной профессиональной программы
(программы повышения квалификации):**

Декан ФМФ, к.пед н., доцент,
заведующий кафедрой
информационных технологий



подпись

Е.Г. Пьяных

ФИО

1. Катаев Сергей Григорьевич, д.техн.н., доцент, профессор кафедры физики и методики обучения физике физико-математического факультета ТГПУ.
2. Минич Александр Сергеевич, д.биол.н., профессор, профессор кафедры биологии биолого-химического факультета ТГПУ.
3. Садиева Марина Станиславовна, к.психол.н., проректор по образовательной деятельности ТГПУ.

Согласовано:

Директор НБ им. А.М. Волкова
ТГПУ

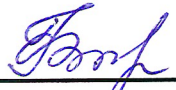


подпись

Я.Ю. Остапенко

ФИО

Директор ЦДОРК



подпись

Н.А. Федорова

ФИО

1. Общая характеристика ДПП (программы повышения квалификации)

1.1. Цель реализации программы: совершенствование профессиональных компетенций в области применения современных синхротронных методов исследований с применением установок класса «Мегасайенс» в преподавании учебных дисциплин естественно-научной направленности.

1.2. Планируемые результаты обучения:

Категория слушателей	Профессорско-преподавательский состав высших учебных заведений: преподаватель, старший преподаватель, доцент, профессор.
Профессиональный стандарт	Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования» (зарегистрирован в Минюсте РФ 23.03.2011 г. № 20237, утвержден Приказом Минздравсоцразвития РФ от 11.01.2011 № 1н).
Должностные обязанности по ЕКС	Преподаватель: Организует и проводит учебную и учебно-методическую работу по всем видам учебных занятий, за исключением чтения лекций. Под руководством профессора, доцента или старшего преподавателя разрабатывает или принимает участие в разработке методических пособий по видам проводимых занятий и учебной работы, организует и планирует методическое и техническое обеспечение учебных занятий. Старший преподаватель: Организует и проводит учебную, воспитательную и учебно-методическую работу по преподаваемой дисциплине или отдельным видам учебных занятий. Проводит все виды учебных занятий, учебной работы. Доцент: Ведет все виды учебных занятий. Разрабатывает методическое обеспечение курируемых дисциплин. Профессор: Ведет все виды учебных занятий.
Знать	- современные формы и методы обучения и воспитания; - методы и способы использования образовательных технологий, в том числе дистанционных.

1.3. Категория слушателей: профессорско-преподавательский состав: преподаватель, старший преподаватель, доцент, профессор.

1.4. Срок освоения программы: 36 часа.

1.5. Форма обучения: очно-заочная.

1.6. Режим занятий: не более 4 часов в день, включая все виды учебной работы слушателя. Допускается увеличение количества часов в день по согласованию со слушателями / заказчиком программы.

2. Содержание программы

2.1. Рабочий учебный план

№ п/п	Наименование модулей	Всего часов	Виды учебных занятий, учебных работ			Формы и виды контроля
			Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
1	Введение в синхротронные и	6			6	

	нейтронные исследования					
2	Интеграция тематики СКИФ в учебные дисциплины по физике, химии, биологии, географии	14	8	6		
3	Квантовые вычисления для обработки больших данных	4	4			
4	СКИФ как исследовательская платформа: устройства станций, научные и промышленные задачи в области физики, химии, биологии, географии, новых материалов и высокотехнологичных устройств (экскурсия на СКИФ)	10		8	2	
5	Итоговая аттестация	2		2		зачет: круглый стол
ИТОГО:		36	12	16	8	

2.2. Календарный учебный график

Календарный учебный график содержит последовательность видов учебной деятельности, форм аттестации, конкретизирует режим занятий в период обучения. Утверждается для каждой учебной группы, отражая особенности конкретного учебного периода. Представлен отдельным документом – Приложение 1.

2.3. Учебно-тематический план

№ п/п	Наименование модулей и тем	Всего часов	Виды учебных занятий, учебных работ			Формы и виды контроля
			Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
1	Введение в синхротронные и нейтронные исследования	6			6	
1.1.	Роль установок мегасайенс в развитии научных исследований	2			2	
1.2.	Сибирский кольцевой источник фотонов (СКИФ) и его структура	2			2	
1.3.	Станции СКИФ, их целевое назначение, оборудование, возможности	2			2	
2.	Интеграция тематики СКИФ в учебные дисциплины по физике, химии, биологии, географии	14	8	6		
2.1.	Педагогический трек технологического лидерства	2	2			
2.2.	Интеграция тематики СКИФ в учебные дисциплины по физике	4	2	2		
2.3.	Интеграция тематики СКИФ в учебные дисциплины по химии	4	2	2		
2.4.	Интеграция тематики СКИФ в учебные дисциплины по биологии и географии	4	2	2		
3	Квантовые вычисления для обработки больших данных	4	4			

3.1.	Устройство и принципы работы квантового компьютера	2	2			
3.2.	Интеграция основ квантовых вычислений в школьные курсы математики и информатики	2	2			
4	СКИФ как исследовательская платформа: устройства станций, научные и промышленные задачи в области физики, химии, биологии, географии, новых материалов и высокотехнологичных устройств (экскурсия на СКИФ)	8		8		
4.1	Функции и роль СКИФ для науки и промышленности	4		4		
4.2	Станции СКИФ для науки и промышленности	6		4	2	
5.	Итоговая аттестация	2		2		зачет: круглый стол
ИТОГО:		36	12	16	8	

2.4. Рабочая учебная программа

№ п/п	Наименование модулей и тем	Содержание
1	Введение в синхротронные и нейтронные исследования	
1.1.	Тема 1. Роль установок мегасайенс в развитии научных исследований	<i>Самостоятельная работа:</i> Физика элементарных частиц. Понятие синхротронного и нейтронного излучения. Поколение источников синхронного излучения. Влияние мегасайенс на научные открытия в области физики, астрофизики, биологии и других дисциплин. Экономические и социальные аспекты мегасайенс. Экономика создания и эксплуатации установок, их воздействие на международное сотрудничество в науке, а также роль в образовании и подготовке научных кадров.
1.2.	Тема 2. Сибирский кольцевой источник фотонов и его структура	<i>Самостоятельная работа:</i> Структура Сибирского кольцевого источника фотонов. Основная информация о Сибирском кольцевом источнике фотонов (СКИФ) - крупнейшем проекте в области синхротронного излучения в России. Принципы работы источника, его структура и уникальные характеристики, позволяющие генерировать высококачественное фотонное излучение. Применение СКИФа в научных исследованиях, включая физику, химию и биологию. Детализация структуры СКИФ и его компонентов. Модели и чертежи установки, анализ ключевых элементов (ускоритель, радиальные устройства и блок экспериментальных станций). Практическое применение полученной информации, методов исследования и экспериментов, имеющих место на СКИФе.
1.3.	Тема 3. Станции СКИФ, их целевое назначение,	<i>Самостоятельная работа:</i> Обзор станций СКИФ, их очередность. Проектирование специализированных

	оборудование, возможности	станций, их предназначение для научных исследований в различных областях (физика, химия, биология, науки о земле, новые материалы и др.). Роль каждой станции в экспериментальном процессе и влияние на качество получаемых данных. Оборудование станций: ключевые технологии и инструменты. Детекторы, анализаторы и источники излучения. Инновационные технологии, применяемые в рамках оборудования и их значение для экспериментов. Возможности и перспективы научных исследований на станциях СКИФ. Примеры актуальных исследований и открытий, осуществленных с помощью станций СКИФ. Перспективы использования СКИФа для новых научных направлений и междисциплинарных исследований.
2	Интеграция тематики СКИФ в учебные дисциплины по физике, химии, биологии, географии	
2.1.	Педагогический трек технологического лидерства	<i>Лекции:</i> Роль педагога как системного интегратора: от регионального промышленного ландшафта к содержанию образования. Инструменты анализа и декомпозиции сквозных продуктовых цепочек высокотехнологичных отраслей для педагога. Прогнозирование кадровых потребностей: от стратегий технологического развития к будущей системе разделения труда. Архитектура образовательной программы: проектирование учебного процесса в ответ на стратегические вызовы экономики региона.
2.2.	Интеграция тематики СКИФ в учебные дисциплины по физике	<i>Лекции:</i> Конвергентные технологии. Методы структурной диагностики (КТ, МРТ, УЗИ и др.) Рентгеновская установка. Способы получения рентгеновского излучения. Сплошное и характеристическое излучение. <i>Практические занятия:</i> Устройство рентгеновской трубки. Знакомство с рентгеновской установкой. Рентгеноскопия. Дифракция рентгеновского излучения на кристаллах. Определение размеров межплоскостного расстояния в кристаллах (прямая и обратная задачи). Подбор материала для проведения занятий по тематике рентгеновского излучения, синхротронного излучения. Подбор материала для проведения занятий по тематике синхротронного излучения и методам структурной диагностики.
2.3.	Интеграция тематики СКИФ в учебные дисциплины по химии	<i>Лекции:</i> Интеграция тематики СКИФ в школьный курс химии, как способ показать современную науку «в действии», связать фундаментальные знания с передовыми исследованиями и заинтересовать обучающихся. Конкретные пути интеграции по темам школьного курса. <i>Практические занятия:</i> Формы и методы работы по организации интеграции тематик СКИФа в конкретные темы школьного курса химии. Методические разработки, кейсы. <i>Самостоятельная работа:</i> Организация предметных

		экскурсий на СКИФ, проведение внеурочных занятий по тематике СКИФа.
2.4.	Интеграция тематики СКИФ в учебные дисциплины по биологии и географии	<i>Лекции:</i> Интеграция тематики СКИФ в школьные курсы биологии и географии. Ключевые направления интеграции: структурная биология, клеточная биология, биохимия, экология, минералогия, геохимия, экологическая география. <i>Практические занятия:</i> Мастер-класс для учителей: «СКИФ как междисциплинарный мост: интеграция в курсы биологии и географии». <i>Самостоятельная работа:</i> Разработать конспект одного урока с интегрированной темой СКИФ.
3	Квантовые вычисления для обработки больших данных	
3.1.	Устройство и принципы работы квантового компьютера	<i>Лекция:</i> Основы квантовой механики и кубиты. Квантовые алгоритмы. Применения и будущее квантовых вычислений. Компоненты квантового компьютера.
3.2.	Интеграция основ квантовых вычислений в школьные курсы математики и информатики	<i>Лекция:</i> Квантовые алгоритмы и их применение Инструменты и технологии для обучения квантовым вычислениям (квантовые симуляторы и программные платформы, практические примеры использования квантовых вычислений в школьном обучении, ресурсы и материалы для преподавателей и учащихся). Роль образования в подготовке будущих специалистов в области квантовых вычислений.
4.	СКИФ как исследовательская платформа: устройства станций, научные и промышленные задачи в области физики, химии, биологии, географии, новых материалов и высокотехнологичных устройств (экскурсия на СКИФ)	
4.1	Функции и роль СКИФ для науки и промышленности	<i>Практическое занятие:</i> Научные исследования на СКИФ: от фундаментальной науки до прикладных разработок (изучение примеров успешных научных проектов, анализ влияния синхротронного излучения на изучение материалов, биологических образцов и химических реакций). Применение технологий СКИФ в промышленности (обзор технологий и процессов, которые используют данные и разработки, полученные на синхротроне в таких отраслях, как медицина, энергетика, экология). Примеры сотрудничества с промышленными партнёрами и результаты, достигнутые в ходе совместных исследований. Инновации и будущее СКИФ: роль в научной инфраструктуре, рассмотрение новых перспективных исследований и технологий, обсуждение задач по модернизации и расширению возможностей СКИФа для удовлетворения потребностей научного сообщества в будущем.
4.2	Станции СКИФ для науки и промышленности	<i>Практическое занятие:</i> Изучение различных экспериментальных станций, расположенных на СКИФе, с акцентом на их специфику и назначение. Обсуждение, какие научные задачи решаются на каждой из станций и как оборудование помогает в проведении экспериментов. Рассмотрение ключевого оборудования, используемого на станциях для

		получения и анализа данных, включая детекторы и источники излучения. Понимание принципов работы оборудования и его роли в проведении высокоточных научных исследований. Презентация конкретных примеров исследований и их воздействия на различные отрасли (например, медицина, новые материалы). Обсуждение практического применения полученных данных в промышленности и сотрудничества с научными учреждениями.
--	--	--

3. Формы аттестации и оценочные материалы

3.1. Форма промежуточной аттестации

Не предусмотрено.

3.2. Форма итоговой аттестации

Итоговая аттестация по результатам освоения программы повышения квалификации проводится в форме зачета в виде круглого стола.

По результатам аттестационного испытания выставляются отметки по двухбалльной системе: «зачтено», «не зачтено».

Критерии оценивания:

<i>Показатели</i>	<i>Количество баллов</i>		
активность участия в обсуждении	0	1	2
грамотное использование терминологии и ведение полемики	0	1	2
аргументированность высказывания, подкрепление материалов фактическими данными, примерами	0	1	2
собственная точка зрения на обсуждаемый материал, понимание его актуальности	0	1	2
общая культура и эрудиция	0	1	2
	не зачтено	зачтено	

0 – показатель не отражен;

1 – недостаточный уровень проявления показателя, присутствует частично;

2 – показатель отражен полностью.

Максимальное количество баллов за участие в круглом столе – 10. Для зачета необходимо получить не менее 5 баллов.

3.3. Оценочные материалы

3.3.1. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Не предусмотрено.

3.3.2. Оценочные материалы итоговой аттестации

Для участия в круглом столе по проблемам применения современных синхротронных методов исследований с применением установок класса «Мегасайенс» слушатели готовят выступление на одну из предложенных тем и участвуют в дискуссии. Предлагаемые темы для обсуждения:

1. Применение синхротронных методов в различных науках (материаловедение, биология, медицина, химия и физика).
2. Междисциплинарные исследования на установках класса «Мегасайенс».
3. Интеграция знания о синхротронных методах в школьные и вузовские учебные программы.
4. Использование методов структурной диагностики в учебных лабораториях для

повышения уровня практического обучения.

5. Роль междисциплинарных проектов, основанных на синхротронных технологиях, в подготовке будущих учителей.

Круг обсуждаемых вопросов может быть расширен за счет предложенных слушателями актуальных вопросов.

Регламент проведения круглого стола:

1. Обозначение темы, его цели и основных задач – 2 минуты.
2. Поочередное выступление участников по теме круглого стола – 5 минут.
3. Ответы на вопросы – не более 3-х минут на один вопрос.
4. Дискуссионное обсуждение выступлений – не более 15-ти минут на обсуждение каждого.
5. Подведение итогов «круглого стола» – 5-10 минут.

4. Организационно-педагогические условия реализации программы

4.1. Материально-техническое обеспечение программы

ТГПУ располагает на праве оперативного управления материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации программы ДПП (программы повышения квалификации) в соответствии с рабочим учебным планом.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса определяется требованиями по каждому конкретному разделу. Включает в себя наличие условий реализации программы: компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет, мультимедийного проектора и аудиоаппаратуры. Для проведения практической части программы используется материально-техническая часть организаций-партнеров: «Сибирский кольцевой источник фотонов» ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г. К. Борескова Сибирского отделения РАН (г. Новосибирск).

Материально-техническая база соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов и форм образовательной деятельности.

ТГПУ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения и обновляется при необходимости.

Для освоения программы с применением электронного обучения используется система электронного обучения «Открытая педагогическая лаборатория» на платформе MOODLE» (режим доступа: <https://openlab.tspu.ru>).

4.2. Методические рекомендации по организации образовательного процесса

Тематика программы повышения квалификации предполагает применение современных подходов к организации педагогического процесса. В основу формирования и совершенствования компетенций положены компетентностно-деятельностный и системно-деятельностный подходы. Обучение проводится на основе современных методик с непосредственным использованием различных форм практического обучения: анализов конкретных ситуаций (кейсов), проведения экспериментов, элементов исследований и т.д. При проведении курсов повышения квалификации используются следующие образовательные технологии: кейс-метод, свободная дискуссия, дистанционные вебинары (веб-лекции, консультации), презентация, мастер-классы и обсуждение результатов практической деятельности.

Для проведения занятий используются лекционные, практические занятия и самостоятельная работа. Реализация программы проходит с использованием современных технических средств, проекционного оборудования.

Система электронного обучения «Открытая педагогическая лаборатория» на платформе MOODLE обеспечивает проведение учебных занятий, доступ к образовательному контенту, фиксацию хода образовательного процесса, процедуру оценки результатов освоения ДПП (программы повышения квалификации), взаимодействие между участниками образовательного процесса. Учебная работа в системе электронного обучения включает в себя следующие виды деятельности:

- изучение теоретического и практического материала;
- изучение рекомендуемых учебно-методических материалов;
- прохождение промежуточной аттестации.

4.3. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

4.3.1. Литература

Основная литература:

1. Рентгеновское излучение : методические указания к лабораторным работам физического практикума в курсе общей физики. Ч. 1 / А. Р. Аржаник, С. Г. Катаев, Е. О. Смирнова, А. И. Штак ; Томский государственный педагогический университет (ТГПУ). – Томск : ТГПУ, 2024. – URL: <http://fulltext.tspu.ru/OA/m2024-2.pdf>.
2. Авдзейко, О. А. Синхротроны и синхротронное излучение в обучении физике : выпускная квалификационная работа : спец. 44.04.01 : Педагогическое образование. Методические системы и технологии в предметном обучении / О. А. Авдзейко ; Томский государственный педагогический университет (ТГПУ) ; науч. рук. М. А. Червонный. – Томск, 2025. – URL: <http://fulltext.tspu.edu.ru/LA/vkr2025-350.pdf>.
3. Синхротронное излучение в исследовании твердых тел : сборник статей / пер. с англ. и нем. : О. Ф. Куликова, В. В. Михайлина ; под ред. А. А. Соколова. – Москва : Мир, 1970. – 291 с.
4. Неволин, В. К. Квантовая физика и нанотехнологии : на русском и английском языках / В. К. Неволин ; пер. на англ. яз. С. Озерина. – Москва : Техносфера, 2011. – 126 с.
5. Михалин, В. В. Синхротронное излучение в спектроскопии : учебное пособие / В. В. Михайлин. – Москва : МГУ, 2007. – 159 с. – URL: https://optics.phys.msu.ru/wp-content/uploads/2014/11/SR_in_spectroscopy.pdf.
6. Фетисов, Г. В. Синхротронное излучение : методы исследования структуры веществ : учебное пособие / Г. В. Фетисов ; под ред. Л. А. Асланова. – Москва : Физмалит, 2007. – 672 с. – URL: <https://www.chem.msu.ru/rus/books/2007/fetisov/?ysclid=mm0alq3wbi124240431>.

Дополнительная литература:

1. Кристаллография. Симметрия кристаллических многогранников и кристаллических структур : учебное пособие / И. А. Батаев, А. А. Батаев, Е. Д. Головин, Е. А. Колубаев. – Новосибирск : НГТУ, 2024. – 162 с. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/156047.html>.
2. Батаев, И. А. Кристаллография. Индексирование граней и ребер кристаллов : учебное пособие / И. А. Батаев, А. А. Батаев, С. В. Веселов. – Новосибирск : НГТУ, 2019. – 115 с. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/98676.html>.
3. Батаев, И. А. Кристаллография. Обозначение и вывод классов симметрии : учебное пособие / И. А. Батаев, А. А. Батаев. – Новосибирск : НГТУ, 2015. – 60 с. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/91378.html>.
4. Бахтиаров, А. В. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ в геологии геохимии / А. В. Бахтиаров. – Ленинград : Недра, 1985. – 144 с. – URL: <https://www.geokniga.org/books/8801>.
5. Ширкин, Л. А. Рентгенофлуоресцентный анализ объектов окружающей среды : учебное пособие / Л. А. Ширкин. – Владимир : ВлГУ, 2009. – 60 с. – URL: https://ien.vlsu.ru/fileadmin/kafedry/byology/Metod_mater/Rengen_analiz.pdf.
6. Химич, М. А. Введение в рентгеноструктурный анализ : учебное пособие / М. А. Химич. – Томск : ТГУ, 2022. – 88 с. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/132618.html>.

4.3.2. Интернет-ресурсы

1. Курчатовский институт : национальный исследовательский центр (НИЦ). – URL: <https://kcsni.nrcki.ru/>.
2. Сибирский центр синхротронного и терагерцового излучения (СЦСТИ). – URL: <https://ssrc.biouml.org>.
3. Сибирский кольцевой источник фотонов (СКИФ). – URL: <https://srf-skif.ru/>.
4. European Synchrotron Radiation Facility (ESRF). – URL: <https://www.esrf.fr>.
5. Эмулятор квантового компьютера для школьников, студентов и начинающих специалистов. – URL: <https://qsim.tsu.ru/>.