

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный  
университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет



Согласовано, декан ФФ

Блинов В.Е.

2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

направление подготовки: **03.04.01 Прикладные математика и физика**

направленность (профиль): **все профили**

Форма обучения: очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференциро ванный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	72	32			30	8			2	
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 34 часа										
Компетенции ОПК 1										

Руководитель программы  
д.ф.-м.н.

И. Б. Логашенко

Новосибирск, 2025

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	3
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося.....	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	4
5. Перечень учебной литературы .....	5
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся ..	5
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	6
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	6
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	6
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	7
Приложение 1_Аннотация рабочей программы дисциплины .....	12

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с установленными в программе индикаторами достижения компетенций

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1.</b> Способен применять фундаментальные и прикладные знания в области физико-математических и (или) естественных наук для решения профессиональных задач, в том числе в сфере педагогической деятельности.	<b>ОПК - 1.1.</b> Применяет фундаментальные и прикладные знания, новейшие достижения в области физико-математических и естественных наук для решения поставленных задач при проведении научных работ, аналитических и (или) проектных исследований в избранной области профессиональной деятельности. <b>ОПК - 1.2.</b> Применяет современные экспериментальные и теоретические методы, информационные технологии для решения поставленных задач при проведении научных работ, аналитических и (или) проектных исследований в избранной области профессиональной деятельности.	<b>Знать</b> основные тенденции развития физических методов исследования с использованием установок класса Мегасайенс; организационные основы проведения исследований на установках класса Мегасайенс; географию и специализацию установок класса Мегасайенс; основные принципы применения физических методов исследования с использованием установок класса Мегасайенс к решению актуальных научно-исследовательских и инновационных задач. <b>Уметь</b> анализировать литературные данные по применению методов, реализуемых на установках класса Мегасайенс, вычленять оригинальные и нестандартные подходы к постановке эксперимента, обработке экспериментальных данных, оценивать методологическую корректность применяемых авторами подходов и корректность полученных выводов; предлагать собственные варианты решения поставленных исследовательских задач с использованием современного инструментария Мегасайенс.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Актуальные направления исследований с использованием синхротронного излучения» является одной из дисциплин по выбору по направлению подготовки **03.04.01 Прикладные математика и физика**. Курс «Актуальные направления исследований с использованием

синхротронного излучения» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата. Дисциплина дает магистранту необходимые знания, навыки и предоставляет инструменты для выполнения проектирования исследовательской синхротронной станции.

### 3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Трудоемкость дисциплины – 2 з.е. (72 ч)

Форма промежуточной аттестации: 4 семестр – дифференцированный зачет

№	Вид деятельности	Семестр
		4
1	Лекции, ч	32
2	Практические занятия, ч	
3	Лабораторные занятия, ч	
4	Занятия в контактной форме, ч, из них	34
5	из них аудиторных занятий, ч	32
6	в электронной форме, ч	-
7	консультаций, час.	-
8	промежуточная аттестация, ч	2
9	Самостоятельная работа, час.	38
10	Всего, ч	72

### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4 семестр Лекции (32 ч)

Наименование темы и их содержание	Объем, час
<i>Раздел 1. Современные физические методы исследования с использованием синхротронного излучения и нейтронов (12 часов)</i>	
Рентгеноструктурный анализ малых молекул (химическая кристаллография) на источниках синхротронного излучения: актуальный статус и тренды.	2
Расшифровка кристаллических структур по данным порошковой дифракции: новые подходы и программные комплексы.	2
Рентгеновская спектроскопия: современные возможности и вызовы.	1
Малоугловое рассеяние: физические принципы, обработка данных, комплементарность синхротронного излучения и нейтронов.	2
Метод парных функций распределения: физические основы, обработка данных, приложения.	1
Лазеры на свободных электронах – структурная динамика в фемтосекундном диапазоне.	1
Новые подходы к обработке данных физического эксперимента на основе технологий искусственного интеллекта.	1
Времяразрешающие методики и методики «накачка-отклик» (pump-probe).	1
Источники нейтронов и нейтронные методы.	1
<i>Раздел 2. Структурно-направленный дизайн каталитических систем (4 часа)</i>	

Operando-спектроскопия каталитических систем: структурная динамика каталитических центров в условиях протекания реакции.	2
Взаимное влияние и причины синергетических эффектов в многокомпонентных катализаторах: структурные и электронные факторы.	2
<i>Раздел 3. Исследования биомедицинского направления, исследования процессов в живых и биоподобных системах (4 часа)</i>	
Структурная биология на источниках синхротронного излучения.	1
Структурно-направленный дизайн лекарственных препаратов.	1
Томография лабораторных животных на источниках синхротронного излучения.	1
Структурная вирусология на синхротронных источниках.	1
<i>Раздел 4. Механизмы работы функциональных материалов и устройств (4 часа)</i>	
Синхротронные и нейтронные исследования металл-ионных аккумуляторов.	1
Синхротронные исследования топливных элементов.	1
Металлорганические координационные полимеры для селективной сепарации газов и хранения функциональных малых молекул.	1
Сверхпроводники и сверхпроводящие устройства.	1
<i>Раздел 5. Новые материалы для молекулярной электроники и нанoeлектроники (4 часа)</i>	
Фотоэмиссионная спектроскопия с угловым и спиновым разрешением для исследования функциональных материалов нанoeлектроники.	2
Графеноподобные 2D-материалы	1
Топологические изоляторы.	1
<i>Раздел 6. Физические методы исследования для экологии и социо-гуманитарных наук (4 часа)</i>	
Синхротронные и нейтронные исследования для решения задач экологии, ресурсосбережения и устойчивого развития.	2
Синхротронные и нейтронные исследования для археологии, искусствоведения и музейного дела.	2

#### Самостоятельная работа студентов (38 ч)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Работа с научной периодикой	12
Подготовка сообщений по заданным темам	10
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	8
Подготовка к дифференцированному зачету	8

### 5. Перечень учебной литературы

- Фетисов, Геннадий Владимирович Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ: учебное пособие для студентов старших курсов, обучающихся по специальности 020101 (011000) Химия / Г.В. Фетисов; под ред. Л.А. Асланова Москва: Физматлит, 2007 672 с. : ил. ; 24 см (Фундаментальная и прикладная физика) ISBN 978-5-9221-0805-8; (6 экз.)
- Дифрактометрия с использованием синхротронного излучения / [В.В. Болдырев, Н.З. Ляхов, Б.П. Толочко и др.]; отв. ред. Г.Н. Кулипанов; АН СССР, Ин-т биофизики, Сиб. отд-ние, Ин-т химии твердого тела и перераб. минерал. сырья, Ин-т ядер. Физики Новосибирск: Наука, 1989 143, [1] с. : ил. ; 22 см. ISBN 5-02-028690-7; (1 экз.)
- Порай-Кошиц М. А. Основы структурного анализа химических соединений: [учеб. пособие для хим. спец. ун-тов] / М. А. Порай-Кошиц. М.: Высшая школа, 1989, 191 с. ISBN 5-06-000074-5.

### 6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

- Philip Wilmott. An Introduction to Synchrotron Radiation. Techniques and Applications. Wiley. 2019

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### **7.1 Ресурсы сети Интернет**

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет;
- «Российская национальная платформа открытого образования» (<http://openedu.ru/>), edX ([www.edx.org](http://www.edx.org));
- Веб-страницы ведущих международных центров СИ.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС, электронную почту.

### **7.2 Современные профессиональные базы данных:**

- Реферативно-поисковая база данных Reaxys (Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scopus (Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scifinder (Chemical Abstracts Service)
- Библиометрическая база данных Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.)
- База данных полнотекстовых научных журналов JSTOR.
- Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ)
- Электронные ресурсы российской научной библиотеки eLibrary.ru
- Электронные ресурсы издательства American Chemical Society (ACS)
- Электронные ресурсы издательства Annual Reviews
- Электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier
- Электронные ресурсы издательства The Royal Society of Chemistry (RSC)
- Электронные ресурсы издательства Wiley

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

### **8.1 Перечень программного обеспечения**

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

### **8.2 Информационные справочные системы**

Не используются.

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации;

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся;

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

## **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

Перечень результатов обучения по дисциплине и индикаторов их достижения представлен в разделе 1.

### **10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

#### **Текущий контроль успеваемости:**

Текущий контроль успеваемости осуществляется контролем посещения занятий обучающимся и выполнения запланированных работ. В конце каждого занятия проводятся блиц-опросы. На одном из занятий обучающийся (группа обучающихся) может представить сообщение (в виде презентации) на выбранную тему.

#### **Промежуточная аттестация:**

Для успешного прохождения курса студенты должны продемонстрировать знание физических основ и принципов применения физико-химических методов, реализуемых на установках класса мегасайенс для решения междисциплинарных задач современной науки, а также умение спланировать эксперимент для решения поставленной задачи, включая обоснованный выбор методической разновидности и режима измерения, окружение образца, конфигурации оборудования.

Итоговая аттестация по дисциплине проводится в форме публичной защиты заявки на пучковое время в синхротронный или нейтронный центр, в которой должны содержаться: описание поставленной научной задачи и обоснование ее актуальности, метод физико-химического анализа, необходимый для ее решения, перечень нестандартного оборудования, требуемого для постановки эксперимента, ожидаемые результаты эксперимента и критерии ее успешности. Проект оформляется в виде презентации PowerPoint MS Office индивидуально или по группам. Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на дифференцированном зачёте.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

### **Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине**

Таблица 10.1

Код компетенции	Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
ОПК- 1	<b>ОПК - 1.1.</b> Применяет фундаментальные и прикладные знания, новейшие достижения в области физико-математических и	<b>Знать</b> основные тенденции развития физических методов исследования с использованием установок класса Мегасайенс;	Сообщение Доклад Дифференцированный зачет.

	естественных наук для решения поставленных задач при проведении научных работ, аналитических и (или) проектных исследований в избранной области профессиональной деятельности.	организационные основы проведения исследований на установках класса Мегасайенс; географию и специализацию установок класса Мегасайенс; основные принципы применения физических методов исследования с использованием установок класса Мегасайенс к решению актуальных научно-исследовательских и инновационных задач.	
	<b>ОПК - 1.2.</b> Применяет современные экспериментальные и теоретические методы, информационные технологии для решения поставленных задач при проведении научных работ, аналитических и (или) проектных исследований в избранной области профессиональной деятельности.	<b>Уметь</b> анализировать литературные данные по применению методов, реализуемых на установках класса Мегасайенс, вычленять оригинальные и нестандартные подходы к постановке эксперимента, обработке экспериментальных данных, оценивать методологическую корректность применяемых авторами подходов и корректность полученных выводов; предлагать собственные варианты решения поставленных исследовательских задач с использованием современного инструментария Мегасайенс.	Сообщение Доклад Дифференцированный зачет.

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценивания
<u><b>Доклады и выступления</b></u> — доклад наполнен теоретическим и фактическим материалом, подкрепленными ссылками на научную литературу и источники, — полнота понимания и изложения причинно-следственных связей, — осмысленность, логичность и аргументированность изложения материала, — точность и корректность применения терминов и понятий, — тема раскрыта полностью.	<i>Отлично</i>



<p>Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы. В докладах и выступлениях обучающийся мог допустить не принципиальные неточности.</p> <p><b><u>Дифференцированный зачет:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, отсутствие затруднений в объяснении процессов и явлений, а также при формулировке собственных суждений,</li> <li>– точность и корректность применения терминов и понятий,</li> <li>– наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы.</li> </ul> <p>При изложении ответа на вопрос(ы) преподавателя обучающийся мог допустить не принципиальные неточности.</p>	
<p><b><u>Доклады и выступления:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– доклад наполнен теоретическим и фактическим материалом, подкрепленными ссылками на научную литературу и источники,</li> <li>– неполнота реализации выбранных методов,</li> <li>– полнота понимания и изложения причинно-следственных связей,</li> <li>– осмысленность, логичность и аргументированность изложения материала, наличие затруднений в формулировке собственных суждений,</li> <li>– точность и корректность применения терминов и понятий, при наличии незначительных ошибок,</li> <li>– тема раскрыта полностью.</li> </ul> <p>Отвечает на дополнительные вопросы. В докладах и выступлениях обучающийся мог допустить не принципиальные неточности.</p> <p><b><u>Дифференцированный зачет:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, наличие затруднений в объяснении отдельных процессов и явления, а также при формулировке собственных суждений,</li> <li>– точность и корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок,</li> <li>– наличие полных ответов на дополнительные вопросы с возможным присутствием ошибок.</li> </ul>	<p><i>Хорошо</i></p>
<p><b><u>Доклады и выступления:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретический и фактический материал в слабой степени подкреплен ссылками на научную литературу и источники,</li> <li>– неосознанность и неосновательность выбранных методов анализа,</li> <li>– частичное понимание и неполное изложение причинно-следственных связей,</li> <li>– осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации,</li> <li>– корректность применения терминов и понятий, при наличии незначительных ошибок,</li> <li>– фрагментарность раскрытия темы.</li> </ul> <p>При ответах на вопросы допускает ошибки</p> <p><b><u>Дифференцированный зачет:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретический и фактический материал в слабой степени подкреплен ссылками на научную литературу и источники,</li> <li>– частичное понимание и неполное изложение причинно-следственных связей,</li> </ul>	<p><i>Удовлетворительно</i></p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– самостоятельность и осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации, в объяснении процессов и явлений, а также затруднений при формулировке собственных суждений,</li> <li>– корректность применения терминов и понятий, при наличии незначительных ошибок,</li> <li>– наличие неполных и/или содержащих существенные ошибки ответов на дополнительные вопросы.</li> </ul>	
<p><b><u>Доклады и выступления:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отсутствие теоретического и фактического материала, подкрепленного ссылками на научную литературу и источники,</li> <li>– непонимание причинно-следственных связей,</li> <li>– компилятивное, неосмысленное, нелогичное и неаргументированное изложение материала,</li> <li>– грубые ошибки в применении терминов и понятий,</li> <li>– фрагментарность раскрытия темы,</li> <li>– неподготовленность докладов и выступлений на основе предварительного изучения литературы по темам, неучастие в коллективных обсуждениях в ходе практического (семинарского) занятия.</li> </ul> <p><b><u>Дифференцированный зачет:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– фрагментарное и недостаточное представление теоретического и фактического материала, не подкрепленное ссылками на научную литературу и источники,</li> <li>– непонимание причинно-следственных связей,</li> <li>– отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала,</li> <li>– грубые ошибки в применении терминов и понятий,</li> <li>– отсутствие ответов на дополнительные вопросы.</li> </ul>	<p><i>Неудовлетво- рительно</i></p>

***Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения***

***Примеры сообщений:***

1. Найти в библиографической базе данных недавний обзор по современной синхротронной или нейтронной методике, или классу исследовательских задач, решаемых с использованием установок Мегасайенс. Подготовить реферат с критическим анализом содержания обзора.
2. Для сформулированной задачи предложить набор экспериментальных методов и экспериментальных станций на установках Мегасайенс для ее решения.
3. Составить обзор последних публикаций по предметной области курса.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**  
**«Актуальные направления исследований с использованием синхротронного излучения»**

[illegible]

### Аннотация рабочей программы дисциплины

#### «Актуальные направления исследований с использованием синхротронного излучения»

Программа дисциплины «Актуальные направления исследований с использованием синхротронного излучения» составлена в соответствии с ФГОС по направлению подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика, а также задачами, стоящими перед Новосибирским государственным университетом по реализации Программы развития НГУ. Дисциплина реализуется кафедрой физических методов исследования твёрдого тела физического факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ) для обучающихся магистратуры.

Цель дисциплины – предоставить студентам актуальную информацию о научных исследованиях, проводимых в России и в мире с использованием источников синхротронного излучения и нейтронов (установок класса Мегасайенс).

Дисциплина нацелена на формирование у обучающихся общепрофессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1.</b> Способен применять фундаментальные и прикладные знания в области физико-математических и (или) естественных наук для решения профессиональных задач, в том числе в сфере педагогической деятельности.	<b>ОПК - 1.1.</b> Применяет фундаментальные и прикладные знания, новейшие достижения в области физико-математических и естественных наук для решения поставленных задач при проведении научных работ, аналитических и (или) проектных исследований в избранной области профессиональной деятельности. <b>ОПК - 1.2.</b> Применяет современные экспериментальные и теоретические методы, информационные технологии для решения поставленных задач при проведении научных работ, аналитических и (или) проектных исследований в избранной области профессиональной деятельности.	<b>Знать</b> основные тенденции развития физических методов исследования с использованием установок класса Мегасайенс; организационные основы проведения исследований на установках класса Мегасайенс; географию и специализацию установок класса Мегасайенс; основные принципы применения физических методов исследования с использованием установок класса Мегасайенс к решению актуальных научно-исследовательских и инновационных задач. <b>Уметь</b> анализировать литературные данные по применению методов, реализуемых на установках класса Мегасайенс, вычленять оригинальные и нестандартные подходы к постановке эксперимента, обработке экспериментальных

		данных, оценивать методологическую корректность применяемых авторами подходов и корректность полученных выводов; предлагать собственные варианты решения поставленных исследовательских задач с использованием современного инструментария Мегасайенс.
--	--	--

Курс рассчитан на один семестр. Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции приглашенных ведущих ученых в форме научного семинара, самостоятельная работа студентов дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль успеваемости: заслушивание сообщений, самостоятельно подготовленных магистрантами по заданным темам.

Промежуточная аттестация: дифференцированный зачёт.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет **72** академических часа / **2** зачетные единицы.