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
Кафедра физических методов исследования твёрдого тела



Рабочая программа дисциплины

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Направление подготовки **03.04.02 Физика**

Направление подготовки **03.04.01 Прикладные математика и физика**

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	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	72	32			38				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, 2026

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы. 3

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы. 4

3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу. 4

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

5. Перечень учебной литературы. 6

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся. 7

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

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

9. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине. 8

1. **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Дисциплина «Актуальные направления исследований с использованием синхротронного излучения» ставит своей целью сформировать у обучающихся целостное представление о современном уровне и тенденциях развития физических методов исследования на установках класса Мегасайенс, а также о наиболее значимых и перспективных направлениях их применения в различных разделах современных научных исследований.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося общепрофессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. (03.04.02 Физика) Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности.	**ОПК - 1.1.** Применяет фундаментальные знания и новейшие достижения физики для решения научно-исследовательских задач в избранной области. **ОПК - 1.2.** Применяет современные экспериментальные и теоретические методы, информационные технологии для решения поставленных научно-исследовательских задач.	**Знать** 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. **Уметь** 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.
ОПК-1. (03.04.01 Прикладные математика и физика) Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности.	**ОПК - 1.1.** 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. **ОПК - 1.2.** 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.	

Дисциплина «Актуальные направления исследований с использованием синхротронного излучения» реализуется в неклассической форме научного семинара с лекциями ведущих российских и международных экспертов с использованием технологий видеконференц-связи, часть лекций будет читаться на английском языке. Обязательной частью научного семинара является

интерактивное обсуждение материала лекции между докладчиком и студентами. Все магистранты готовят сообщения по разделам дисциплины. (темы сообщений определяются преподавателем совместно со студентами на первых занятиях курса), с которым выступают на занятиях, отвечая на вопросы преподавателя и сокурсников.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Актуальные направления исследований с использованием синхротронного излучения» является одной из дисциплин по выбору по направлению подготовки 03.04.02 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. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Трудоёмкость дисциплины составляет: 2 зачётные единицы, 72 часа.

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	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 отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)			Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы	Сам. работа	

				Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Современные физические методы исследования с использованием синхротронного излучения и нейтронов	1-8	24	12		12	
2.	Структурно-направленный дизайн каталитических систем	9-10	8	4		6	
3.	Исследования биомедицинского направления, исследования процессов в живых и биоподобных системах	11-12	12	4		6	
4.	Механизмы работы функциональных материалов и устройств	13-14	12	4		6	
5.	Новые материалы для молекулярной электроники и наноэлектроники	15	8	4		4	
6.	Физические методы исследования для экологии и социо-гуманитарных наук	16	8	4		4	
7.	Дифференцированный зачёт	17	2				2
Всего			**72**	**32**		**38**	**2**

Программа и основное содержание лекций (32 часа)

Раздел 1. Современные физические методы исследования с использованием синхротронного излучения и нейтронов (12 часов)

1. 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.

3. Рентгеновская спектроскопия: современные возможности и вызовы.

4. Малоугловое рассеяние: физические принципы, обработка данных, комплементарность синхротронного излучения и нейтронов.

5. Метод парных функций распределения: физические основы, обработка данных, приложения.

6. Лазеры на свободных электронах – структурная динамика в фемтосекундном диапазоне.

7. Новые подходы к обработке данных физического эксперимента на основе технологий искусственного интеллекта.

8. Времяразрешающие методики и методики «накачка-отклик» (pump-probe).

9. Источники нейтронов и нейтронные методы.

Раздел 2. Структурно-направленный дизайн каталитических систем (4 часа)

10. Operando-спектроскопия каталитических систем: структурная динамика каталитических центров в условиях протекания реакции.

11. Взаимное влияние и причины синергетических эффектов в многокомпонентных катализаторах: структурные и электронные факторы.

Раздел 3. Исследования биомедицинского направления, исследования процессов в живых и биоподобных системах (4 часа)

12. Структурная биология на источниках синхротронного излучения.

13. Структурно-направленный дизайн лекарственных препаратов.

14. Томография лабораторных животных на источниках синхротронного излучения.

15. Структурная вирусология на синхротронных источниках.

Раздел 4. Механизмы работы функциональных материалов и устройств (4 часа)

16. Синхротронные и нейтронные исследования металл-ионных аккумуляторов.

17. Синхротронные исследования топливных элементов.

18. Металлорганические координационные полимеры для селективной сепарации газов и хранения функциональных малых молекул.

19. Сверхпроводники и сверхпроводящие устройства.

Раздел 5. Новые материалы для молекулярной электроники и наноэлектроники (4 часа)

20. Фотоэмиссионная спектроскопия с угловым и спиновым разрешением для исследования функциональных материалов наноэлектроники.

21. Графеноподобные 2D-материалы

22. Топологические изоляторы.

Раздел 6. Физические методы исследования для экологии и социо-гуманитарных наук (4 часа)

23. Синхротронные и нейтронные исследования для решения задач экологии, ресурсосбережения и устойчивого развития.

24. Синхротронные и нейтронные исследования для археологии, искусствоведения и музейного дела.

Самостоятельная работа студентов (38 часов)

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 зачёту	8

5. Перечень учебной литературы.

1. 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.
2. 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.

3.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.

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими учебными пособиями:

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

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

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/), Coursera (www.coursera.org), edX (www.edx.org);
- Веб-страницы ведущих международных центров СИ.

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

7.1 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**

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

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

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

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, практических занятий, 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.

10.1. Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе блиц-опросов в конце научных доклад заслушивания сообщений студентов на занятиях в виде презентаций на выбранные темы.

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.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК - 1.1. (03.04.02 Физика) Применяет фундаментальные знания и новейшие достижения физики для решения научно-исследовательских задач в избранной области. **ОПК - 1.1. (03.04.01 Прикладные математика и физика)** 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.	**Знать** 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.	Заслушивание сообщений, дифференцированный зачет.
ОПК - 1.2. (03.04.02 Физика) Применяет современные экспериментальные и теоретические методы, информационные технологии для решения поставленных научно-исследовательских задач. **ОПК - 1.2. (03.04.01 Прикладные математика и физика)**	**Уметь** 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.	Заслушивание сообщений, дифференцированный зачет.

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.		

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Актуальные направления исследований с использованием синхротронного излучения»

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	**Шкала оценивания**
Посещаемость занятий: не менее 90%. Индивидуальное задание: выполнено, результат оформлен в виде презентации. **<u>Дифференцированный зачет:</u>** – дан развернутый ответ на вопрос. – точность и корректность применения терминов и понятий. – продемонстрировано умение делать выводы и обобщения. – даны исчерпывающие ответы на дополнительные вопросы, имеющие принципиальное значение для данной дисциплины (в ответах допускаются непринципиальные неточности)	*Отлично*
Посещаемость занятий: не менее 75% Индивидуальное задание выполнено, но в работе отмечаются недочеты. **<u>Дифференцированный зачет:</u>** – дан в развернутый ответ на вопросы, однако в изложении допускаются единичные неточности в формулировках терминов, которые студент исправляет самостоятельно или после наводящего вопроса преподавателя. – умение делать выводы продемонстрировано. – на дополнительные вопросы даны ответы, но с небольшими пробелами или неточностями, однако студент ориентируется в базовом материале дисциплины и не путает фундаментальные понятия.	*Хорошо*
Посещаемость занятий: не менее 60% Индивидуальное задание выполнено, но поверхностно. Презентация содержит серьезные ошибки в оформлении, логике или тексте, однако суть задания раскрыта в минимально достаточном объеме. **<u>Дифференцированный зачет</u>**:	*Удовлетворительно*

– студент дает правильный ответ только на один вопрос билета либо воспроизводит отдельные фрагменты лекционного материала, путаясь в деталях. – допускаются частые неточности и ошибки в формулировках, студент с трудом оперирует основными понятиями дисциплины. – способность к самостоятельному анализу недостаточна, студент не может аргументировать позицию и лишь повторяет готовые выводы из лекций. – наличие правильных ответов на дополнительные вопросы, имеющие принципиальное значение для данной дисциплины.	
Посещаемость занятий: менее 60% без уважительной причины. Индивидуальное задание не выполнено вообще (или выполнено несамостоятельно / или результат не оформлен в виде презентации и не защищен). **Дифференцированный зачет**: – ответ на вопросы отсутствует полностью или содержит грубые ошибки, свидетельствующие о полном непонимании предмета. – студент не знает базовых терминов и понятий дисциплины, не отвечает на дополнительные вопросы, имеющие принципиальное значение для данной дисциплины.	*Неудовлетворительно*

10.3 Типовые контрольные задания и 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 стандартов, хранятся на кафедре-разработчике РПД в электронном виде.