

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

Факультет естественных наук

СОГЛАСОВАНО

Декан ФЕН

Резников В. А.



Подпись

5 октября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы использования СИ

Направление подготовки: 04.04.01 Химия

Направленность (профиль): Химия

Форма обучения: очная

Разработчик:

к.г.-м.н., Ращенко С.В.

Зав. Кафедрой:

Академик РАН, д.х.н., проф. Болдырев В.В.

Руководитель программы:

чл.-корр. РАН, проф. Нетесов С.В.

Новосибирск, 2020

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	3
3. Трудоемкость 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.	6
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.	7
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	7

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

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикатор компетенции	Результаты обучения по дисциплине
М-ОПК-2. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	М-ОПК-2.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	- <i>анализирует</i> литературные данные в области исследований, связанных с использованием установок «megascience» (источников СИ и нейтронов, РЛСЭ) для решения задач химии, биологии, материаловедения и смежных дисциплин
М-ПК-4. Способен использовать современные инструментальные методы для установления физических и физико-химических свойств известных и новых соединений и материалов	М-ПК-4.1. Исследует физические и физико-химические свойства (оптические, магнитные, электрические, каталитические, термические и т.п.) известных и новых соединений и материалов с применением современного научного оборудования и программного обеспечения	- <i>знает</i> основные принципы синхротронных и нейтронных методов исследования физических и физико-химических свойств известных и новых соединений и материалов

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина *Физические основы использования СИ* входит в Блок 1 Дисциплины по выбору (Б1.В.ДВ.1.88) образовательной программы и изучается в 1 семестре.

Освоение дисциплины *Физические основы использования СИ* базируется на знаниях, умениях и навыках, сформированных у обучающихся по результатам изучения дисциплин физика, физическая химия, химия твердого тела и является необходимым для прохождения практик: ознакомительная практика, производственная практика, научно-исследовательская работа.

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

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в период сессии) (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	72	16	16		18	18	2			2
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 36 часов - в интерактивных формах 16 часов										

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студента и её контроль преподавателями с помощью заданий, экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости: домашние задания, письменные опросы, задания для самостоятельного решения;

- промежуточная аттестация: экзамен.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

- занятия лекционного типа – 16 часов;
- практические занятия – 16 часов;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 18 часов;
- промежуточная аттестация (подготовка к сдаче экзамена, консультации и экзамен) – 22 часа;

Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, практические занятия, групповые консультации, экзамен) составляет 36 часов.

Работа с обучающимися в интерактивных формах составляет 16 часов (практические занятия).

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

Программа и основное содержание лекций (16 часов)

Наименование темы и их содержание	Объем, час
Лекция 1. Основные группы методов изучения вещества на микро-, нано- и атомном уровне: визуализационные (микроскопия, «имиджинг»), дифракционные и спектроскопические. Ограничения методов, связанные с природой и характеристиками используемого излучения.	2
Лекция 2. Геометрические и спектральные параметры пучков излучения, используемых для изучения вещества. Поток, плотность потока, угловая плотность потока, спектральная плотность потока, яркость, абсолютная и относи-	2

тельная спектральная ширина. Когерентные пучки, дифракционный предел, эмиттанс, продольная и поперечная когерентность. Пространственная фильтрация.	
Лекция 3. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом: макроскопический подход. Уравнения Максвелла и волновое уравнение. Плоская монохроматическая волна, дисперсионное уравнение, фазовая скорость. Связь диэлектрической проницаемости с показателем преломления.	2
Лекция 4. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом: микроскопический подход. Рассеяние свободным электроном (томсоновское), сечение рассеяния. Показатель преломления в рентгеновском диапазоне. Атомные факторы (амплитуды) рассеяния.	2
Лекция 5. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом: резонансные явления. Приближение вынужденных колебаний. Комплексная амплитуда рассеяния и поглощение излучения веществом. Сечение поглощения, показатель поглощения, закон Бугера-Ламберта-Бера, комплексный показатель преломления. Дисперсия комплексной амплитуды рассеяния и её связь с электронной структурой.	2
Лекция 6. Ограничение по яркости лабораторных источников рентгеновского излучения. Электромагнитное излучение нерелятивистских и релятивистских заряженных частиц, движущихся по кольцевой орбите. Геометрические и спектральные характеристики синхротронного излучения. Краткий обзор основных типов ускорителей заряженных частиц.	2
Лекция 7. Вставные устройства для генерации синхротронного излучения. Шифтеры и многопериодные устройства. Спектр и пространственное распределение синхротронного излучения многопериодного устройства в одноэлектронном приближении. Влияние эмиттанса электронного пучка, энергетического разброса и фазовой ошибки: ондуляторный и вигглерный режимы спектра.	2
Лекция 8. Поколения источников СИ. Базовое представление о магнитной структуре накопителей — источников СИ. Источники СИ 4-го поколения. Рентгеновские ЛСЭ и исследовательские задачи, решаемые с их помощью.	2

Программа практических занятий (16 часов)

Содержание практического занятия	Объем, час
<i>Занятие 1.</i> Задачи на использование свойств рентгеновского излучения, электронов и нейтронов для исследования вещества.	2
<i>Занятие 2.</i> Задачи на когерентные свойства пучков электромагнитного излучения.	2
<i>Занятие 3.</i> Задачи на оптические свойства веществ в рентгеновском диапазоне.	2
<i>Занятие 4.</i> Задачи на оптические свойства веществ в рентгеновском диапазоне.	2
<i>Занятие 5.</i> Задачи на резонансные явления при взаимодействии рентгеновского излучения с веществом.	2
<i>Занятие 6.</i> Задачи на спектральные и геометрические характеристики излучения поворотных магнитов.	2
<i>Занятие 7.</i> Задачи на спектральные и геометрические характеристики ондуляторного излучения.	2
<i>Занятие 8.</i> Задачи на оценку когерентных свойств излучения источников СИ различных поколений.	2

Самостоятельная работа студентов (36 ч)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельная работа во время занятий из них:	22
Подготовка к практическим занятиям.	6
Подготовка к письменным опросам	8
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	8
Самостоятельная работа во время промежуточной аттестации из них:	14
Подготовка к экзамену	14

5. Перечень учебной литературы.

1. Фетисов Г.В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ. – М.: Физматлит, 2007. – 672 с.

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

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими учебными пособиями:

1. Фетисов Г.В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ. – М.: Физматлит, 2007. – 672 с.

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.

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

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.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

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

Для реализации дисциплины Физические основы использования СИ 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.

Перечень результатов обучения по дисциплине «Физические основы использования СИ» и индикаторов их достижения представлен в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе семестра путем проведения письменных опросов и ответов на контрольные вопросы.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленные компетенции М-ОПК-2.2 и М-ПК-4.1 сформированы не ниже порогового уровня в части, относящейся к формированию способности использовать специализированные знания в области экспериментального изучения вещества с помощью синхротронного излучения в профессиональной деятельности.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на экзамене. Экзамен проводится в конце семестра в экзаменационную сессию по билетам в устной форме. Вопросы билета подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенций М-ОПК-2.2 и М-ПК-4.1 .

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Каждый вопрос билета оценивается от 0 до 5 баллов. 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 «Физические основы использования СИ».

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	М-ОПК-2.2 М-ПК-4.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	М-ОПК-2.2 М-ПК-4.1	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	М-ОПК-2.2 М-ПК-4.1	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрирова-

		ны. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.			ны знания по решению нестандартных задач.
--	--	---	--	--	---

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры задач для письменных опросов:

1. В пятно какого наименьшего размера можно сфокусировать рентгеновское излучение с энергией 12,4 кэВ с помощью рентгеновской линзы с диаметром 1 мм и фокусным расстоянием 1 м?
2. На каком минимальном расстоянии от образца следует разместить детектор радиусом 15 см, чтобы по результатам дифракционной съёмки на излучении рентгеновской трубки с молибденовым анодом расшифровать кристаллическую структуру с разрешением 1 ангстрем?
3. Спектроскопия неупругого рентгеновского рассеяния изучает комбинационное рассеяние рентгеновского излучения на квантах упругих колебания вещества (фононах) с энергией порядка 10 мэВ. Найти относительную спектральную ширину монохроматического излучения с энергией 10 кэВ, достаточную для наблюдения этого явления.

Примерные вопросы на экзамен

На проверку сформированности компетенции М-ОПК-2.2:

Геометрические и спектральные параметры пучков излучения, используемых для изучения вещества.

Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом: макроскопический подход

Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом: микроскопический подход, приближение свободных электронов.

Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом: микроскопический подход, резонансные явления.

На проверку сформированности компетенции М-ПК-4.1 :

Базовые понятия об ускорителях заряженных частиц и СИ.

Спектральные и геометрические характеристики СИ.

Генерация СИ с использованием вставных устройств.

Источники СИ 4-го поколения и рентгеновские ЛСЭ.

Пример экзаменационного билета

1. Вставные устройства для генерации синхротронного излучения (на компетенцию М-ОПК-2.2).
2. Синхротронное излучение поворотного магнита с полем 0.5 Тл выводится в экспериментальный зал через апертуру 5 мм по горизонтали и 1 мм по вертикали, расположенную в 20 м от магнита, после чего пропускается через кремниевый монохроматор (относительная ширина пропускания ~ 0.0001). Вычислить получающийся поток фотонов для случаев: а) энергия накопителя 6 ГэВ, ток 200 мА б) энергия накопителя 3 ГэВ, ток 400 мА (на компетенцию М-ПК-4.1).

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

Лист актуализации рабочей программы дисциплины
«Физические основы использования СИ»

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФЕН	Подпись ответственного