

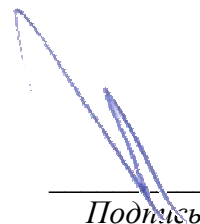
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный
университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет естественных наук

СОГЛАСОВАНО

Декан ФЕН

Резников В. А.



Подпись

5 октября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Современные ЦКП класса Мега-сайенс

направление подготовки: 04.04.01 Химия

направленность (профиль): Химия

Форма обучения: очная

Разработчик:

к.г.-м.н., Ращенко С.В.

Зав. кафедрой

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. | 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. | 5 |
| 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий. | 6 |
| 5. Перечень учебной литературы. | 8 |
| 6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся. | 8 |
| 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. | 9 |
| 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. | 9 |
| 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. | 9 |
| 10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине. | 10 |

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 *Современные ЦКП класса Мега-сайенс* входит в Блок 1 Дисциплины по выбору (Б1.В.ДВ.1.98) образовательной программы и изучается во 2 семестре.

Освоение дисциплины *Современные ЦКП класса Мега-сайенс* базируется на знаниях, умениях и навыках, сформированных у обучающихся по результатам изучения дисциплин физика, физическая химия, химия твердого тела, химия поверхности и является необходимым для прохождения практик: ознакомительная практика, производственная практика, научно-исследовательская работа.

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.

| 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 | Дифференциальный зачет | Экзамен |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 2 | 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, контрольные работы, задания для самостоятельного решения;
- промежуточная аттестация: экзамен.

Общая трудоёмкость 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;

Объём 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.

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

| № п/п | Раздел дисциплины | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | | Консультации перед экзаменом (часов) | Промежуточная аттестация (в период сессии) (в часах) |
|-------|---|-----------------|--|-----------------|----------------------|---|---|--------------------------------------|--|
| | | | Всего | Аудиторные часы | | Сам. работа во время занятий (не включая период сессии) | Сам. работа во время промежуточной аттестации | | |
| | | | | Лекции | Практические занятия | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1. | Использование излучений для исследования структуры вещества. | 1-2 | 6 | 2 | 2 | 2 | | | |
| 2. | Краткое введение в физику синхротронного излучения. | 3-4 | 6 | 2 | 2 | 2 | | | |
| 3. | Основные параметры пучков синхротронного излучения. | 5-6 | 6 | 2 | 2 | 2 | | | |
| 4. | Управление пучками синхротронного излучения. | 7-8 | 6 | 2 | 2 | 2 | | | |
| 5. | Дифракционные методы с использованием преимуществ синхротронного излучения. | 9-10 | 6 | 2 | 2 | 2 | | | |
| 6. | «Имиджинг» с использованием синхротронного излучения. | 11-12 | 6 | 2 | 2 | 2 | | | |
| 7. | Методы рентгеновской спектроскопии с использованием синхротронного излучения. | 13-14 | 6 | 2 | 2 | 2 | | | |
| 8. | Организация | 15 | 8 | 2 | 2 | 4 | | | |

| | | | | | | | | | |
|--------------|---|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| | современных ЦКП на базе источников синхротронного излучения. | - 16 | | | | | | | |
| 9. | Самостоятельная работа в период подготовки к промежуточной аттестации | | 18 | | | | 18 | | |
| 10. | Экзамен | | 4 | | | | | 2 | 2 |
| Всего | | | 72 | 16 | 16 | 18 | 18 | 2 | 2 |

Программа и основное содержание лекций (16 часов)

Лекция 1. Масштабы объектов и явлений видимой Вселенной. Значимость объектов и явлений атомарно-молекулярного масштаба для ключевых прикладных направлений XXI века – материаловедения и биотехнологий. Изучение атомарной и электронной структуры вещества с помощью излучений: рентгеновского, электронов, нейтронов. Основные свойства этих излучений и их лабораторные источники. Источники нейтронов на базе установок megascience. **(2 часа)**

Лекция 2. Краткое введение в физику синхротронного излучения. Излучение поворотного магнита, вигглера и ондулятора. История использования кольцевых накопителей в качестве источников синхротронного излучения. Поколения источников синхротронного излучения на базе кольцевых накопителей. **(2 часа)**

Лекция 3. Основные параметры пучков синхротронного излучения. Поток фотонов, спектральная яркость, эмиттанс, спектральная ширина (монохроматичность), когерентность. Ключевые параметры магнитной структуры кольцевого накопителя: тип решётки, бета-функция, эмиттанс электронного пучка. Дифракционный предел. Особенности ондуляторного излучения в лазере на свободных электронах. **(2 часа)**

Лекция 4. Управление пучками синхротронного излучения. Монохроматоры. Рефлективная и рефрактивная оптика. Общий дизайн каналов вывода синхротронного излучения. **(2 часа)**

Лекция 5. Дифракционные методы с использованием преимуществ синхротронного излучения: дифракция *in situ* и *operando*, высокого разрешения, эксперименты с временным разрешением и pump-and-probe. Макромолекулярная кристаллография. Исследование аморфных материалов. Малоугловое рассеяние. **(2 часа)**

Лекция 6. «Имиджинг» с использованием синхротронного излучения: рентгеновская томография, топография и микроскопия. Фазовый контраст. Использование когерентных свойств синхротронного излучения. Рентгенфлюоресцентный элементный анализ. **(2 часа)**

Лекция 7. Спектроскопия рентгеновского поглощения. Неупругое рентгеновское рассеяние. Ядерный гамма-резонанс. Фотоэлектронная спектроскопия. **(2 часа)**

Лекция 8. Организация современных ЦКП на базе источников синхротронного излучения. **(2 часа)**

Программа практических занятий (16 часов)

Занятие 1. Задачи на использование волновых свойств рентгеновского, электронного и нейтронного излучений для дифракционных экспериментов. **(2 часа)**

Занятие 2. Задачи на оценку спектральных характеристик вставных устройств для генерации синхротронного излучения. **(2 часа)**

Занятие 3. Задачи на оценку геометрических параметров пучков синхротронного излучения. **(2 часа)**

Занятие 4. Задачи по рентгеновской оптике применительно к пучкам синхротронного излучения. **(2 часа)**

Занятие 5. Задачи на использование синхротронного излучения для дифракционных методов и малоуглового рассеяния. **(2 часа)**

Занятие 6. Задачи на использование синхротронного излучения для построения двумерных и трёхмерных изображений исследуемых объектов. **(2 часа)**

Занятие 7. Задачи на использование синхротронного излучения в рентгеновской спектроскопии. **(2 часа)**

Занятие 8. Составление заявок на проведение экспериментов в современных ЦКП на базе источников синхротронного излучения. **(2 часа)**

Самостоятельная работа студентов (36 часов)

| Перечень занятий на СРС | Объем, час |
|--|------------|
| Подготовка к практическим занятиям. | 6 |
| Подготовка к контрольным работам | 6 |
| Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях | 6 |
| Подготовка к экзамену | 18 |

5. Перечень учебной литературы.

5.1. Основная литература

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

5.2. Дополнительная литература

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 История используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, 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 «Современные ЦКП класса Мега-сайенс» 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 контрольных работ 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 «Современные ЦКП класса Мега-сайенс».

| Критерии оценивания результата в обучении | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции) | 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 негрубых/ несущественных ошибок. Не отвечает на | Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы. |

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

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры задач контрольных работ:

1. Рассчитайте радиус R орбиты электронов в поворотном магните накопительного кольца, создающего магнитное поле 1,4 Тл, если энергия электронов составляет 2,4 ГэВ.
2. Считая амплитуду отклонения пучка электронов магнитами пренебрежимо малой, оцените основную частоту излучения ондулятора станции ID09 Европейского центра синхротронного излучения (период магнитного поля 17 мм, энергия электронов 6 ГэВ).

Примерные вопросы на экзамен

На проверку сформированности компетенции М-ОПК-2.2:

Особенности взаимодействия рентгеновского, электронного и нейтронного излучения с веществом

Природа синхротронного излучения.

Основные параметры пучков синхротронного излучения.

Методы управления пучками синхротронного излучения.

На проверку сформированности компетенции М-ПК-4.1 :

Преимущества синхротронного излучения в дифракционных методах исследования вещества.

Методы визуализации («имиджинга») с использованием синхротронного излучения.

Использование синхротронного излучения для спектроскопии рентгеновского поглощения.

Организационная структура современных ЦКП на базе источников синхротронного излучения.

Пример экзаменационного билета

1. Вставные устройства для генерации синхротронного излучения (на компетенцию М-ОПК-2.2).
2. Дизайн станций синхротронного излучения для дифракционных экспериментов (на компетенцию М-ПК-4.1).
3. Рассчитайте радиус R орбиты электронов в поворотном магните накопительного кольца, создающего магнитное поле 1,4 Тл, если энергия электронов составляет 2,4 ГэВ (на компетенции М-ОПК-2.2 и 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
«Современные ЦКП класса Мега-сайенс»

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