

**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

**СОВРЕМЕННЫЕ ЦКП НА БАЗЕ ИСТОЧНИКОВ
СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

направление подготовки: **03.03.02 Физика**
направленность (профиль): **Общая и фундаментальная 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 |
| 8 | 72 | 16 | 16 | | 18 | 18 | 2 | | | 2 |
| Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 36 часов | | | | | | | | | | |
| Компетенции ПК-1 | | | | | | | | | | |

Ответственный за образовательную программу,
д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Содержание

| | |
|---|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы. | 3 |
| 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы. | 5 |
| 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. | 6 |
| 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий. | 6 |
| 5. Перечень учебной литературы. | 9 |
| 6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся. | 9 |
| 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.

Цель дисциплины «Современные ЦКП на базе источников синхротронного излучения» – дать студентам базовые знания о:

- физических принципах функционирования источников синхротронного излучения
- ключевых параметрах пучков синхротронного излучения
- способах управления пучками синхротронного излучения
- устройстве пользовательских станций на источниках синхротронного излучения
- важнейших методиках, реализуемых в современных ЦКП на базе источников синхротронного излучения
- организационных вопросах работы современных ЦКП на базе источников синхротронного излучения

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующей профессиональной компетенции:

| Результаты освоения образовательной программы (компетенции) | Индикаторы | Результаты обучения по дисциплине |
|---|--|---|
| <p>ПК-1 Способность использовать специализированные знания в области физики при построении теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p> | <p>ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.</p> <p>ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области.</p> <p>ПК 1.3 Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p> | <p>Знать учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты; основной математический аппарат, который используется для описания процессов с участием синхротронного излучения; свойства и структуру физических процессов, происходящих при взаимодействии вещества с синхротронным излучением;</p> <p>теоретические основы и базовые представления научного исследования в области экспериментального изучения вещества с помощью синхротронного излучения; современную приборную базу (в том числе сложное физическое оборудование); измерительные методы определения физических величин и методы расчета спектров; основные закономерности формирования результатов эксперимента.</p> <p>Уметь : выстраивать взаимосвязи между физическими науками; решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения; объяснять причинно-следственные связи физических процессов; формулировать выводы и приводить примеры; разбираться в методах,</p> |

| Результаты освоения образовательной программы (компетенции) | Индикаторы | Результаты обучения по дисциплине |
|---|------------|---|
| | | <p>предполагающих использование синхротронного излучения; подбирать математический аппарат для решения конкретной физической задачи; находить необходимые справочные материалы из информационных источников, в том числе, из электронных каталогов; излагать и критически анализировать базовую общепрофессиональную информацию; решать прикладные задачи на основе фундаментальных знаний; проводить научные изыскания в области экспериментального изучения вещества с помощью синхротронного излучения; оценивать изменения в выбранной области в связи с новыми разработками, полученными по различным тематикам исследований; выявлять ключевые проблемы исследуемой области; организовать наблюдение за физическими процессами, используя наиболее оптимальную приборную базу; оценивать и анализировать результат, полученный в ходе проведения эксперимента.</p> <p>Владеть : навыками самостоятельной работы со специализированной литературой; навыками решения усложненных задач по основным направлениям экспериментального изучения вещества с помощью синхротронного излучения на основе приобретенных знаний, умений, навыков; приемами обработки информации с помощью современного программного обеспечения (ПО); навыками применения современного математического инструментария для решения физических задач; методами математического аппарата, статистическими методами обработки данных; навыками проведения научно-исследовательского эксперимента с использованием синхротронного излучения; навыками публичной речи, ведения дискуссии и полемики; методами работы в различ-</p> |

| Результаты освоения образовательной программы (компетенции) | Индикаторы | Результаты обучения по дисциплине |
|---|------------|--|
| | | <p>ных операционных системах, с базами данных, с экспертными системами; прикладными программами для изучения вещества с помощью синхротронного излучения; необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников в избранной области исследования; прикладными программами для изучения объекта научного исследования; методами приближенного качественного описания физических процессов в изучаемых приборах на основе классических и квантовых законов; экспериментальными навыками для проведения научного исследования в избранной области физики; навыками публичной речи, ведения дискуссии и полемики; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.</p> |

Дисциплина «Современные ЦКП на базе источников синхротронного излучения» читается классическим способом: проводятся потоковые лекции, а также практические занятия по группам.

Все практические занятия проводятся в интерактивной форме. Обсуждаются идеи и способы решения поставленных задач, оптимальность предложенных решений. Поощряется элемент соревнования. Автор наиболее удачного решения рассказывает его у доски. Существенным элементом образовательных технологий является не только умение студента найти решение задачи, но и способность доходчиво донести его до всей аудитории. Умение ответить на вопросы сокурсников и преподавателя развивает навыки, которые будут необходимы в дальнейшей профессиональной деятельности студента.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Курс является одной из профессиональных дисциплин по выбору по направлению подготовки 03.03.02 Физика, направленность «Общая и фундаментальная физика». Для его успешного освоения обучающиеся должны обладать предварительными знаниями, полученными в бакалавриате: основами общей химии и физики, а также математического анализа. В свою очередь, учебный курс «Современные ЦКП на базе источников синхротронного излучения» предоставляет студентам теоретические знания и практические навыки, необходимые для изучения научной литературы.

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 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 |
| 8 | 72 | 16 | 16 | | 18 | 18 | 2 | | | 2 |
| Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 36 часов | | | | | | | | | | |
| Компетенции ПК-1 | | | | | | | | | | |

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студента и её контроль преподавателями с помощью заданий, экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости: контрольные работы;
- 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.

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, включающая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах) | | | | Промежуточная аттестация (в часах) |
|--------------|---|-----------------|---|-----------------|----------------------|---|---------------------------------------|
| | | | Всего | Аудиторные часы | | Сам. работа во время занятий (не включая период сессии) | |
| | | | | Лекции | Практические занятия | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 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 современных ЦКП на базе источников синхротронного излучения. | 15-16 | 8 | 2 | 2 | 4 | |
| 9. | Самостоятельная работа в период подготовки к промежуточной аттестации | | 18 | | | | 18 |
| 10. | Консультации перед экзаменом | | 2 | | | | 2 |
| 11. | Экзамен | | 2 | | | | 2 |
| Всего | | | 72 | 16 | 16 | 18 | 22 |

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.

1. Фетисов Г.В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ. – М.: Физматлит, 2007. – 672 с., ISBN 978-5-9221-0805-8 (6 экз.)
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. Серия «Теоретическая физика», т.2.

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

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими учебными пособиями:

3. 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 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.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе семестра путем проведения контрольных работ.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирована 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 компетенции ПК-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.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

| Индикатор | Результат обучения по дисциплине | Оценочные средства |
|--|--|--|
| ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты. | Знать учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты; основной математический аппарат, который используется для описания процессов с участием синхротронного излучения; свойства и структуру физических процессов, происходящих при взаимодействии вещества с синхротронным излучением; | Проведение контрольных работ, экзамен. |

| | | |
|--|--|---|
| | <p>теоретические основы и базовые представления научного исследования в области экспериментального изучения вещества с помощью синхротронного излучения; современную приборную базу (в том числе сложное физическое оборудование); измерительные методы определения физических величин и методы расчета спектров; основные закономерности формирования результатов эксперимента.</p> | |
| <p>ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области</p> | <p>Уметь : выстраивать взаимосвязи между физическими науками; решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения; объяснять причинно-следственные связи физических процессов; формулировать выводы и приводить примеры; разбираться в методах, предполагающих использование синхротронного излучения; подбирать математический аппарат для решения конкретной физической задачи; находить необходимые справочные материалы из информационных источников, в том числе, из электронных каталогов; излагать и критически анализировать базовую общепрофессиональную информацию; решать прикладные задачи на основе фундаментальных знаний; проводить научные изыскания в области экспериментального изучения вещества с помощью синхротронного излучения; оценивать изменения в выбранной области в связи с новыми разработками, полученными по различным тематикам исследований; выявлять ключевые проблемы исследуемой области; организовать наблюдение за физическими процессами, используя наиболее оптимальную приборную базу; оценивать и анализировать результат, полученный в ходе проведения эксперимента.</p> | <p>Проведение контрольных работ, экзамен.</p> |

| | | |
|--|--|---|
| <p>ПК 1.3 Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p> | <p>Владеть : навыками самостоятельной работы со специализированной литературой; навыками решения усложненных задач по основным направлениям экспериментального изучения вещества с помощью синхротронного излучения на основе приобретенных знаний, умений, навыков; приемами обработки информации с помощью современного программного обеспечения (ПО); навыками применения современного математического инструментария для решения физических задач; методами математического аппарата, статистическими методами обработки данных; навыками проведения научно-исследовательского эксперимента с использованием синхротронного излучения; навыками публичной речи, ведения дискуссии и полемики; методами работы в различных операционных системах, с базами данных, с экспертными системами; прикладными программами для изучения вещества с помощью синхротронного излучения; необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников в избранной области исследования; прикладными программами для изучения объекта научного исследования; методами приближенного качественного описания физических процессов в изучаемых приборах на основе классических и квантовых законов; экспериментальными навыками для проведения научного исследования в избранной области физики; навыками публичной речи, ведения дискуссии и полемики; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.</p> | <p>Проведение контрольных работ, экзаменов.</p> |
|--|--|---|

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Современные ЦКП на базе источников синхротронного излучения».

Таблица 10.2

| Критерии оценивания результатов | 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) |
| | | | | | |

| обуче- ния | | | | | |
|-----------------------------------|--------|--|---|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Полнота знаний | ПК 1.1 | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки. | Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок. | Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/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 | ПК 1.2 | 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) | ПК 1.3 | 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. |

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры 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

1. Особенности взаимодействия рентгеновского, электронного и нейтронного излучения с веществом
2. Природа синхротронного излучения.
3. Основные параметры пучков синхротронного излучения.
4. Методы управления пучками синхротронного излучения.

5. Преимущества синхротронного излучения в дифракционных методах исследования вещества.
6. Методы визуализации («имиджинга») с использованием синхротронного излучения.
7. Использование синхротронного излучения для спектроскопии рентгеновского поглощения.
8. Организационная структура современных ЦКП на базе источников синхротронного излучения.

Пример экзаменационного билета

1. Вставные устройства для генерации синхротронного излучения.
2. Дизайн станций синхротронного излучения для дифракционных экспериментов.
3. Рассчитайте радиус R орбиты электронов в поворотном магните накопительного кольца, создающего магнитное поле 1,4 Тл, если энергия электронов составляет 2,4 ГэВ.

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

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Современные ЦКП на базе источников синхротронного излучения»
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

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