

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 общей физики



УТВЕРЖДАЮ
Декан ФФ, д.ф.-м.н
В.Е.Блинов
2022 г.

Рабочая программа дисциплины

СОВРЕМЕННАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА

направление подготовки: **03.04.02 Физика**
направленность (профиль): **все профили подготовки**

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	8	9	10	11	12	13
2	144	32	32		58	18	2			2
* Всего 144 часа/4 зачетные единицы, из них: - контактная работа 68 часов										
Компетенции: ОПК-1										

Руководитель программы
д.ф.-м.н.

И. Б. Логашенко

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы. Ошибка! Залка не определена.	
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	3
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	8
6. .Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	8
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	8
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	8
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	8
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	9

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

Дисциплина «Современная экспериментальная физика» предназначена для студентов-физиков 1 курса магистратуры. В ней рассматриваются актуальные проблемы современных исследований в различных областях физики:

- астрофизики и космологии;
- физики элементарных частиц;
- ускорителями и их применением в различных областях науки и техники;
- энергетикой и термоядерными исследованиями;
- лазерами и их применением;
- полупроводниками, сверхпроводниками и нанотехнологиями.

После многолетнего изучения основ физики очень важно познакомиться с актуальными проблемами современных исследований. Обучающиеся должны иметь широкий кругозор, видеть общую картину, быстро ориентироваться в научных новостях. Эту задачу выполняет данная дисциплина.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося общепрофессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности.	<p>ОПК - 1.1. Применяет фундаментальные знания и новейшие достижения физики для решения научно-исследовательских задач в избранной области.</p> <p>ОПК - 1.2. Применяет современные экспериментальные и теоретические методы, информационные технологии для решения поставленных научно-исследовательских задач.</p>	<p>Знать суть наиболее интересных физических проблем и путей их решения, иметь представление о современных исследованиях в области физики и астрофизики;</p> <p>Уметь находить источники информации по интересующим вопросам, разбираться в сути проблем и докладывать о них на практических занятиях, уметь делать оценки величин рассматриваемых явлений и их возможных погрешностей.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современная экспериментальная физика» реализуется в весеннем семестре 1-го курса магистратуры обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

Курс является одной из общепрофессиональных дисциплин по выбору, реализуемых кафедрой общей физики. Его можно рассматривать как обобщающий курс образовательной программы на физическом факультете, дающий представление о том, как развивается современная физика и астрофизика, познакомиться с актуальными проблемами современных физических исследований.

Обучающийся приобретает профессиональные навыки, ориентированные на научно-инновационную деятельность, разбирается в сути изучаемых проблем и приобретает навыки выступления перед аудиторией с научными докладами.

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	8	9	10	11	12	13
2	144	32	32		58	18	2			2
* Всего 144 часа/4 зачетные единицы, из них: - контактная работа 68 часа										
Компетенции: ОПК-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, экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости: контроль посещаемости лекций и практических занятий, выступление с докладами на занятиях
- промежуточная аттестация: экзамен.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа), из них лекции 32 часа, практические занятия 32 часа, самостоятельная работа в период занятий 58 часов, промежуточная аттестация (подготовка и сдача экзамена) 22 часа.

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

Дисциплина реализуется в осеннем семестре 1-го курса магистратуры. Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Всего	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Промежуточная аттестация (в часах)
				Аудиторные часы		Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)	
				Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Введение.	1	7	2	2	3	

2.	Методы изучения микромира.	2	7	2	2	3	
3.	Взаимодействие частиц с веществом.	3	7	2	2	3	
4.	Методы регистрации частиц.	4	7	2	2	3	
5.	Физика элементарных частиц.	5	7	2	2	3	
6.	Использование ускорителей и детекторов для прикладных задач.	6	7	2	2	3	
7.	Нейтринные исследования.	7	8	2	2	4	
8.	Лазеры.	8	8	2	2	4	
9.	Применение лазеров.	9	8	2	2	4	
10.	Энергетическая проблема. Источники энергии. Ядерные реакторы.	10	8	2	2	4	
11.	Полупроводники и нанотехнологии.	11	8	2	2	4	
12.	Сверхпроводники. Сверхпроводимость.	12	8	2	2	4	
13.	Астрофизика. Всеволновая астрономия, открытия.	13	8	2	2	4	
14.	Космология. Расширяющаяся вселенная, возраст вселенной.	14	8	2	2	4	
15.	Гравитация, отличие от электрических сил.	15	8	2	2	4	
16.	Гравитационные волны.	16	8	2	2	4	
17.	Самостоятельная работа в период подготовки к промежуточной аттестации		18				18
18.	Консультации в период промежуточной аттестации		2				2
19.	Экзамен		2				2
	Итого		144	32	32	58	22

Программа лекций (32 часа)

Раздел 1. Введение. Основные направления экспериментальной физики. Важнейшие открытия последних десятилетий. **(2 часа)**

Раздел 2. Методы изучения микромира. Типы, основные принципы, и характеристики современных и планируемых ускорителей, кол-лайдеры (электрон-позитрон-ные, протон-протонные, протон-антипротонные накопители; линейные e^+e^- , γe , $\gamma\gamma$ коллайдеры, мюонные коллайдеры, выведенные пучки), космические частицы. **(2 часа)**

Раздел 3. Взаимодействие частиц с веществом. Ионизационные потери, радиационные потери, многократное рассеяние, черенковское излучение, переходное излучение, ядерное взаимодействие, фотоэффект, комптоновское рассеяние, рождение пар фотоном, нейтринные взаимодействия. Дозиметрия. **(2 часа)**

Раздел 4. Методы регистрации частиц. Детекторы. Измерение координат: пропорциональные и дрейфовые камеры и др. газовые детекторы, полупроводниковые детекторы. Идентификация частиц: сцинтилляционные счетчики, черенковские счетчики, счетчики переходного излучения. Регистрация фотонов: пропорциональная камера, счетчики полного поглощения, сэндвичи, полупроводниковые детекторы. Адронные калориметры. Эксперименты на ускорителях: основные компоненты больших детекторов, триггер, обработка информации. **(2 часа)**

Раздел 5. Физика элементарных частиц. Открытия последних лет в физике высоких энергий: проверка квантовой электродинамики, структура протона, s, b, t -кварки, глюон, τ -лептон, W и Z -бозоны, измерение числа поколений лептонов. Таблица фундаментальных частиц. Стандартная модель. Открытие бозона Хиггса. Симметрии, открытие несохранения P , C , CP , T -четностей. Планируемые эксперименты и возможные открытия. (суперсимметрия, темная материя). **(2 часа)**

Раздел 6. Использование ускорителей и детекторов для прикладных задач. Источники синхротронного излучения, основные характеристики, ондуляторы и виглеры, лазеры на свободных электронах, применение в физических, химических и биологических исследованиях. Промышленные ускорители. Ускорители для терапии рака, электронные, протонные, ионные. Бор-нейтрон-захватная терапия рака. Рентгеновские детекторы для рентгеноструктурного анализа и медицины. Рентгеновская и позитронная томография. ЯМР-интроскопия. **(2 часа)**

Раздел 7. Нейтринные исследования. Открытие нейтрино. Нейтринные пучки на ускорителях. Три типа нейтрино. Взаимодействие нейтрино с веществом. Заряженные и нейтральные токи. Массы нейтрино. Проблема солнечных нейтрино (спектр, типы детекторов). Проблема атмосферных нейтрино. Открытие нейтринных осцилляций (и ненулевой массы нейтрино), массы и углы смешивания. Регистрация недостающих нейтрино от Солнца. Исследование нейтринных осцилляций на пучках нейтрино от ускорителей и нейтрино от ядерных реакторов. **(2 часа)**

Раздел 8. Лазеры. Общие принципы и основные виды лазеров. Свойства лазерного излучения. Газоразрядные лазеры на переходах в атомах и ионах. Импульсное возбуждение. Молекулярные лазеры. Газодинамические и химические лазеры. Твердотельные лазеры на ионных кристаллах. Генерация гигантских и сверхкоротких импульсов. Перестраиваемые лазеры на растворах органических красителей и кристаллах с центрами окраски. Полупроводниковые лазеры. Лазеры с ядерной накачкой. Преобразование частот методами нелинейной оптики. Обращение волнового фронта. Рекордные параметры лазеров. **(2 часа)**

Раздел 9. Применение лазеров. Субдоплеровская нелинейная спектроскопия. Стандарты времени и длины. Сверхкороткие импульсы, исследование быстропротекающих процессов. Управление движением нейтральных атомов с помощью лазерного излучения, глубокое охлаждение. Поляризация газа излучением. Светоиндуцированные газокINETические явления. Лазерная фотохимия и лазерное разделение изотопов. Другие применения: лазерный термояд, оптические линии передачи информации, лазеры в медицине, лазеры в информатике. оптический гироскоп. **(2 часа)**

Раздел 10. Энергетическая проблема. Источники энергии. Ядерные реакторы. Исследования по управляемому термоядерному синтезу, токамаки, открытые ловушки, основные достижения и проблемы. Инерциальный термояд. **(2 часа)**

Раздел 11. Полупроводники и нанотехнологии. Как делают современные БИСЗ. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Нанолитография. Квантовые ямы и сверхрешетки. Квантовая интерференция в твердотельных системах. Электронные волноводы. Квант сопротивления, квантовый эффект Холла. Электронный интерферометр. Одноэлектронный транзистор. Туннельный микроскоп. Нанотехнология: достижения и перспективы. Направления в нанотехнологии, обеспечивающее молекулярную точность изготовления полупроводниковых структур. Тонкопленочные трехмерные наноструктуры и системы, предназначенные для создания элементной базы нанoeлектроники и наномеханики. Новые искусственные материалы, новые квантовые структуры и системы. Углеродные нанотрубки. Микро и нанодвигатели. Метаматериалы с отрицательным коэффициентом преломления, невидимость. **(2 часа)**

Раздел 12. Сверхпроводники. Сверхпроводимость. Явление сверхпроводимости: нулевое сопротивление и эффект Мейснера (выталкивание магнитного потока). Квантование магнитного потока и эффект Джозефсона. Сверхпроводники первого и второго рода: критические поля, магнитные вихри Абрикосова, критические токи. Применение сверхпроводимости: создание высоких магнитных полей, передача и накопление электроэнергии, магнитная левитация, резонаторы и магнитометры. Микроскопическая природа сверхпроводимости: куперовские пары, щель в спектре электронных возбуждений, электрон-фононное взаимодействие. Высокотемпературная сверхпроводимость: структура и фазовая диаграмма купратов, сильные электронные корреляции, гетерофазное состояние и сверхпроводимость. **(2 часа)**

Раздел 13. Астрофизика. Всеволновая астрономия, открытия. Оптические, рентгеновские, гамма телескопы, радиотелескопы с большой базой, телескоп «Хаббл» и др., адаптивная оптика. Солнечная система. Эволюция звезд. Белые карлики, нейтронные звезды и черные дыры. Измерение горизонта черной дыры. Гамма вспышки. Гравитационное линзирование. Экзопланеты. Космические частицы. **(2 часа)**

Раздел 14. Космология. Расширяющаяся вселенная, возраст вселенной, уравнения Фридмана, открытие ускоренного расширения, космологическая антигравитация (темная энергия). Плотность вселенной, количество барионной материи, свидетельства существования темной материи и ее поиск, плотность энергии вакуума (темная энергия). Исследования реликтового теплового излучения, результаты, открытие анизотропии. Барионный акустический пик. Измерение космологических величин (кривизна, плотность барионной, темной материи и энергии «вакуума»). Эволюция состава вселенной. Проблемы теории горячей вселенной, инфляционная модель. Происхождение массы у вселенной. **(2 часа)**

Раздел 15. Гравитация, отличие от электрических сил. опыты по проверке принципа эквивалентности. Проверка общей теории относительности. Пятая сила? Измерение зависимости гравитационной постоянной от расстояния. Двойной пульсар, косвенное наблюдение гравитационных волн. **(2 часа)**

Раздел 16. Гравитационные волны. Детекторы гравитационных волн, источники гравитационных волн. Регистрация гравитационных волн от слияния черных дыр и нейтронных звезд. Что можно узнать о Вселенной с помощью гравитационных волн? **(2 часа)**

Программа практических занятий (32 часа)

К практическому занятию обучающиеся готовят презентацию устного выступления с использованием программных продуктов и графических редакторов. по теме своей научной работы или современной физической проблеме (по выбору).

Примеры тем докладов

1. Измерение угла смешивания θ_{13} в эксперименте Daya Bay.
2. Эксперименты на ВЭПП-4 по прецизионному измерению масс частиц методом резонансной деполяризации.
3. Как получается изображение горизонта черной дыры с помощью системы радиотелескопов.

Самостоятельная работа студентов (76 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к практическим занятиям.	58
Подготовка к экзамену	18

5. Перечень учебной литературы

5.1. Основная литература:

Не используется

5.2. Дополнительная литература:

Не используется

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

Материал лекций изложен на сайте, он ежегодно обновляется с учетом новых достижений в различных областях физики: <http://www.inp.nsk.su/~telnov/modphys>

Для подготовки к выступлениям на практических занятиях предполагается использование журнальных научных статей в журналах ведущих международных издательств (APS, AIP, IOP, Nature, OSA, AAAS и др.), в журнале Успехи физических наук и др., доступ к которым имеется в библиотеке НГУ.

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 используется

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 «Современная экспериментальная физика» используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых консультаций, текущего контроля, промежуточной 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 на практических занятиях преподавателем. Контролируется посещаемость лекций и практических занятий. При пропуске более двух занятий по неуважительной причине требуется подготовить дополнительный доклад в письменной форме. В течение семестра обучающийся готовит презентацию для устного выступления с использованием программных продуктов и графических редакторов по теме своей научной работы или современной физической проблеме (по выбору). Выступление и участие в обсуждениях научного доклада оценивается преподавателем и учитывается при промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на экзамене. В конце семестра в экзаменационную сессию проводится письменная экзаменационная работа, состоящая из 12 вопросов, на которые нужно дать краткие, но содержательные ответы. Каждый вопрос экзаменационной работы оценивается в баллах. Итоговая оценка по промежуточной аттестации выставляется по пятибалльной шкале в зависимости от доли суммы баллов за экзаменационную работу:

- менее 24% - «неудовлетворительно» (компетенции не сформированы)
- 25-45 % - «удовлетворительно» (пороговый уровень усвоения компетенций)
- 46-60% «хорошо» (базовый уровень)
- более 60% «отлично» (продвинутый уровень)

Если оценка за работу на практических занятиях по итогам текущего контроля выше, чем за письменный экзамен, то к сумме баллов за письменную экзаменационную работу добавляется еще 15% от набранных баллов.

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. Применяет фундаментальные знания и новейшие достижения физики для решения научно-исследовательских задач в избранной области.	Знать суть наиболее интересных физических проблем и путей их решения, иметь представление о современных исследованиях в области физики и астрофизики;	Обсуждение научных докладов, экзамен.

<p>ОПК - 1.2. Применяет современные экспериментальные и теоретические методы, информационные технологии для решения поставленных научно-исследовательских задач.</p>	<p>Уметь находить источники информации по интересующим вопросам, разбираться в сути проблем и докладывать о них на практических занятиях, уметь делать оценки величин рассматриваемых явлений и их возможных погрешностей.</p>	<p>Обсуждение научных докладов, экзамен.</p>
---	---	--

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Современная экспериментальная физика».

Таблица 10.2

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения)	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
ОПК-1.1	Полнота знаний	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.
ОПК 1.2	Наличие умений	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.

10.3 Пример письменной экзаменационной работы по дисциплине «Современная экспериментальная физика»

1. Что такое микротрон?(3б) Чем привлекателен мюонный коллайдер, в чем состоят основные проблемы в его создании? (4б) Найдите максимальную массу частицы, которая может родиться при столкновении позитрона с энергией 10 ГэВ с покоящимся электроном?(3б)

2. Какой поток реликтовых и солнечных нейтрино на Земле на см²?(3б) В чем состояла проблема солнечных нейтрино?(3б) Как она разрешилась, каким методом?(4б) Какие есть данные о массах нейтрино?(3б)

3. Оценить, сколько фотонов оптического диапазона образуется при пролете 1 ГэВ мюона через 1 см пластину из обычного стекла и сцинтиллятора? (4б) Оценить, во сколько раз отличаются средние потери энергии 1 ГэВ мюона и электрона в тонкой алюминиевой мишени?(4б)

4. В какой реакции был открыт b -кварк и какова его масса?(6б) Сколько ароматов и цветов у кварков? (2б) Какова масса Хигсовского бозона? (3б)
5. Во сколько раз изменится длина волны фотонов излучаемых в ондуляторе, если энергию электронов увеличить в 2 раза? (3б) Во сколько раз изменится характеристическая длина волны фотонов излучаемых электронами в кольцевом ускорителе и полная мощность, если энергию электронов увеличить в 2 раза?(6б)
6. Что такое позитронная томография?(3б) Чем протонные пучки лучше фотонных для лечения рака? (4б) В чем состоит принцип лечения рака нейтронами?(4б)
7. Как осуществляется лазерное охлаждение?(5б) Как получают сверхкороткие лазерные импульсы?(3б)
8. Что известно о параметрах и составе вселенной?(3б) Что такое темная энергия и ее связь с космологической антигравитацией? (3б) Во сколько раз изменился масштаб вселенной со времени образования реликтовых фотонов?(3б) Откуда известна средняя плотность вселенной и чему она равна?(4б)
10. Перечислите условия необходимые для управляемого термоядерного синтеза (для токамаков и инерциального ТЯ)?(6б) Что достигнуто на сегодняшний день? (3б) Почему нельзя получить положительный выход, стреляя ускоренными ядрами дейтерия по тритиевой мишени?(3б)
11. Как можно переносить отдельные атомы и строить из них наноструктуры? (2б) Как “увидеть” отдельный атом? (3б) За счет чего гекконы бегают по гладким стенам?(3б)
12. Что такое сверхпроводники второго рода?(3б) Какой рекорд по температуре для сверхпроводников? (2б) В чем состоит принцип корабельного двигателя со сверхпроводящим магнитом?(3б)

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

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины
«Современная экспериментальная физика»
по направлению подготовки 03.04.02 Физика
направленность (профиль): все профили подготовки**

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