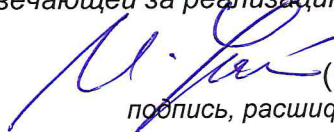


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
теоретической физики
наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины

 (Фролов М.В.)
подпись, расшифровка подписи

. .2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.03 – Современные проблемы физики

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

03.04.02 – физика

2. Профиль подготовки/специализация:

«Медицинская физика», «Оптика наноструктурированных материалов», «Физика атомов и молекул», «Физика конденсированного состояния вещества», «Физика наносистем», «Физика оптических явлений», «Физика полупроводников и микроэлектроника», «Физика сегнетоэлектриков и диэлектриков», «Физика ядра и элементарных частиц», «Оптика и нанофотоника»

3. Квалификация (степень) выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная (дневная)

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: 0802 - теоретической физики

6. Составители программы: Копытин Игорь Васильевич

ФИО

д.ф.-м.н.

профессор

ученая степень

ученое звание

i-kopytin@yandex.ru

физический

e-mail

факультет

теоретической физики

кафедра

7. Рекомендована: НМС физического факультета от 27.06.2018 г. протокол № 6

(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2018-2019

Семестр(-ы): 1

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель дисциплины: ознакомить студентов с последними достижениями физики фундаментальных взаимодействий и с основными идеями новой науки – космомикрофизики, или квантовой космологии.

Задачи: 1) указать на основные трудности традиционной трактовки фундаментальных взаимодействий; 2) дать обзор новых подходов, базирующихся на двух первопринципах - релятивистской инвариантности и локальной калибровочной симметрии; 3) убедить в перспективности данного подхода в области понимания структуры вещества; 4) ввести понятия супер- и суперсимметричной сил, позволяющие изучать сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное взаимодействия с единых позиций; 5) ознакомить студентов с идеями, позволяющими с единых позиций изучать происхождение и эволюцию Вселенной и развивать новую науку – космомикрофизику (иначе - квантовая космология, или Теория Всего).

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к базовой части Б1.Б Рабочего учебного плана по подготовке магистров по направлению 03.04.02 – физика. Курс является интегрирующим по своей сути и охватывает проблематику всех основных разделов физической науки. Магистральной линией изложения является современный подход к построению Теории Всего (космомикрофизика, или квантовая космология), включающую теорию Большого Взрыва и эволюции Вселенной, основанный на достижениях физики элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий. Для освоения дисциплины необходимо знание квантовой теории и астрофизики.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

| Компетенция | | Планируемые результаты обучения |
|----------------------|----------------------|--|
| Код | Название | |
| ОПК-1 ОПК-3 | Общепрофессиональные | знать: основные направления фундаментальных исследований по физике и новые теоретические подходы в физике фундаментальных взаимодействий; |
| ПК-1 ПК-2 ПК-4 | Профессиональные | уметь: использовать в профессиональной деятельности знания о достижениях современной физики и свойствах фундаментальных взаимодействий, применять эти знания для освоения профильных дисциплин и решения профессиональных задач; владеть (иметь навык(и)): практическими методами исследования физических процессов и применять их на практике при решении профессиональных задач |

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах (в соответствии с учебным планом) — 2 / 72.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) – зачет.

13. Виды учебной работы:

| Вид учебной работы | Всего | По семестрам | | |
|--------------------------------|-------|--------------|--|-------|
| | | 1 | | |
| Аудиторные занятия | 32 | 32 | | |
| в том числе: лекции | 32 | 32 | | |
| практические | | | | |
| лабораторные | | | | |
| самостоятельная работа | 40 | 40 | | |
| форма промежуточной аттестации | зачет | зачет | | |
| Итого: | 72 | 72 | | |

13.1. Содержание дисциплины

| п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины |
|--------------------------------|---|--|
| 1. Лекции | | |
| 1.1 | Введение. Обзор современных достижений теории элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий. | Введение. Достижения современной физики в области изучения структуры вещества. Достижения современной физики в построении универсального взаимодействия. Этапы объединения, супер- и суперсимметричная силы и их свойства |
| 1.2 | Феноменология и проблемы теории электромагнитного взаимодействия | Электромагнитное взаимодействие и его свойства. Квантовая теория атома. Квантовая теория поля. Квантовая электродинамика и ее проблемы |
| 1.3 | Феноменология и проблемы теории сильного взаимодействия и теории элементарных частиц | Сильное взаимодействие и его свойства. Теория ядра и мезонная теория ядерных сил. Проблемы теории. Элементарные частицы и их характеристики. Классификация элементарных частиц. Изотопические мультиплеты. Супермультиплеты. SU(3) унитарная симметрия. Кварки и их свойства. Кварковая структура адронов. Элементы квантовой хромодинамики. Трудности кварковой теории элементарных частиц |
| 1.4 | Феноменология и проблемы теории слабого и гравитационного взаимодействий | Слабое взаимодействие и его свойства. Теория бета-распада. Несохранение четности. Трудности теории слабого взаимодействия. Свойства гравитационного взаимодействия, проблемы квантовой теории гравитации |
| 1.5 | Принцип калибровочной симметрии и фундаментальные взаимодействия | Глобальные и локальные калибровочные симметрии. Принцип калибровочной симметрии. Калибровочная симметрия U(1) и электромагнитное взаимодействие. Калибровочная симметрия SU(2) и слабое взаимодействие. Электрослабое взаимодействие кварков. Спонтанное нарушение калибровочной симметрии. Бозон Хиггса. Калибровочная симметрия SU(3) и сильное взаимодействие. Глюоны. Квантовая хромодинамика. Калибровочная симметрия SU(5) и Великое объединение |
| 1.6 | Суперсила и космофизика | Свойства суперсилы и следствия. Суперсимметрии. Суперструны. Космомикрофизика. Мегамир и его основные закономерности. Большой взрыв и ключевые этапы эволюции Вселенной. Инфляционная космология. Ранние этапы эволюции Вселенной и свойства суперсилы |
| 2. Практические занятия | | |

3. Лабораторные работы

13.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины | Виды занятий (часов) | | | | Всего |
|-------|--|----------------------|--------------|--------------|------------------------|-------|
| | | Лекции | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | |
| 1 | Введение. Обзор современных достижений теории элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий | 4 | | | 6 | 10 |
| 2 | Феноменология и проблемы теории электромагнитного взаимодействия | 4 | | | 6 | 10 |
| 3 | Феноменология и проблемы теории сильного взаимодействия и теории элементарных частиц | 6 | | | 8 | 14 |
| 4 | Феноменология и проблемы теории слабого и гравитационного взаимодействий | 2 | | | 4 | 6 |
| 5 | Принцип калибровочной симметрии и фундаментальные взаимодействия | 10 | | | 10 | 20 |
| 6 | Суперсила и космомикрoфизика | 6 | | | 6 | 12 |
| | Итого: | 32 | | | 40 | 72 |

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Необходимо после каждой лекции по ее теме разбирать и осваивать лекционный материал, для его лучшего понимания читать рекомендованную основную и дополнительную литературу, готовиться к текущей аттестации в виде собеседования.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернета, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 1 | Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.] / К.Н. Мухин. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань .— Т.3: Физика элементарных частиц .— Изд. 6-е, испр. и доп. — 2008 .— 412 с. |
| 2 | Ишханов Б.С. Частицы и атомные ядра / Б.С.Ишханов, И.М.Капитонов, Н.П.Юдин. - М.: URSS, 2007. - 581 с. |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 3 | Гротц К. Слабое взаимодействие в физике ядра, частиц и астрофизике / К. Гротц Г.В. Клапдор-Клайнгротхаус ; Пер. с нем. Ю.А. Данилова; Под ред. [и с предисл.] Ю.В. Гапонова .— М. : Мир, 1992 .— 451с. |
| 4 | Клапдор-Клайнгротхаус Г.В. Астрофизика элементарных частиц / Г. В. Клапдор-Клайнгротхаус, К. Цюбер; Пер. с нем. под ред. В. А. Беднякова .— М. : Успехи физ. наук, 2000 .— 495 с. |
| 5 | Хуанг К. Кварки, лептоны и калибровочные поля / К. Хуанг ; пер. с англ. А.В. Леонидова; под ред. И.М. Дремина .— М. : Мир, 1985 .— 382 с. |
| 6 | Линде А.Д. Физика элементарных частиц и инфляционная космология / А.Д. Линде .— М. : Наука, 1990 .— 274 с. |
| 7 | Девис П. Суперсила. Поиски единой теории природы / Пер. с англ.: Ю. А. Данилова, Ю. Г. Рудого под ред., предисл. Е. М. Лейкина .— М. : Мир, 1989 .— 271 с. |
| 8 | Ахиезер А.И. Элементарные частицы / А. И. Ахиезер, М. П. Рекало .— М. : Наука, 1986 .— 255 с. |
| 9 | Вайнберг С. Первые три минуты: Современный взгляд на происхождение Вселенной / С. Вайнберг ; пер. с англ. А.В. Беркова; под ред., с предисл. и дополнением Я.Б. Зельдовича .— М. : Энергоиздат, 1981 .— 208 с. |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет) *:

| № п/п | Ресурс |
|-------|--|
| 10 | http://www.lib.vsu.ru/ |
| 11 | Копытин И.В. Как возник и устроен мир. Современная физика о происхождении Вселенной. Часть 1. – http://www.relga.ru (№15 (195), 20.10.2009 г.) |
| 12 | Копытин И.В. Как возник и устроен мир. Современная физика о происхождении Вселенной. Часть 2. – http://www.relga.ru (№16 (196), 10.11.2009 г.) |

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Лекционная аудитория, доска, учебная литература.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

| Код и содержание компетенции (или ее части) | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков) | Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или | ФОС* (средства оценивания) |
|---|--|---|----------------------------|
|---|--|---|----------------------------|

| | | | |
|--|---|---------------------------|---------------------------------------|
| | | модуля и их наименование) | |
| ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 ПК-2 ПК-4 | Знать: основные направления фундаментальных исследований по физике и новые теоретические подходы в физике фундаментальных взаимодействий | Разделы 1.2-1.4 | Текущая аттестация №1 (собеседование) |
| | Уметь: использовать в профессиональной деятельности знания о достижениях современной физики и свойствах фундаментальных взаимодействий, применять эти знания для освоения профильных дисциплин и решения профессиональных задач | Разделы 1.5 | Текущая аттестация №2 (собеседование) |
| | Владеть: практическими методами исследования физических процессов и применять их на практике при решении профессиональных задач | Раздел 1.6 | Текущая аттестация №3 (собеседование) |
| Промежуточная аттестация | | | КИМ |

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Необходимо знать основные направления фундаментальных исследований по физике и новые теоретические подходы в физике фундаментальных взаимодействий, уметь использовать в профессиональной деятельности знания о достижениях современной физики и свойствах фундаментальных взаимодействий, применять эти знания для освоения профильных дисциплин и решения профессиональных задач, владеть практическими методами исследования физических процессов и применять их на практике при решении профессиональных задач.

| Критерии оценивания компетенций | Уровень сформированности компетенций | Шкала оценок |
|--|--------------------------------------|-------------------|
| <i>Подробные и безошибочные ответы на основные и дополнительные вопросы, полное понимание и свободное владение материалом</i> | <i>Повышенный уровень</i> | <i>Зачтено</i> |
| <i>Подробные ответы на поставленные вопросы с мелкими ошибками, незначительные пробелы в знании материала</i> | <i>Базовый уровень</i> | <i>Зачтено</i> |
| <i>Неудовлетворительные ответы на один из основных вопросов КИМа и некоторые дополнительные вопросы, неполное знание или понимание материала</i> | <i>Пороговый уровень</i> | <i>Зачтено</i> |
| <i>Плохое знание материала, неудовлетворительные ответы на вопросы КИМа и большинство дополнительных вопросов</i> | <i>–</i> | <i>Не зачтено</i> |

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к зачету (КИМ):

1. Феноменология электромагнитного взаимодействия, квантовая электродинамика и связанные с ней проблемы.
2. Феноменология сильного взаимодействия и проблемы мезонной теории ядерных сил.
3. Феноменология сильного взаимодействия, супермультиплеты, кварковая модель адронов и связанные с ней проблемы.
4. Феноменология слабого взаимодействия, теория бета-распада атомных ядер и адронов и проблемы, связанные с описанием слабого взаимодействия.
5. Феноменология гравитационного взаимодействия и проблемы квантовой теории гравитации.
6. Симметрии в физике, калибровочные симметрии и их связь с фундаментальными взаимодействиями.
7. $U(1)$ локальная калибровочная симметрия и вид гамильтониана электромагнитного взаимодействия.
8. $SU(2)$ локальная калибровочная симметрия и особенности слабого взаимодействия. Переносчики слабого взаимодействия и взаимодействие нейтральных токов.
9. Электрослабое взаимодействие кварков. Бозон Хиггса и спонтанное нарушение калибровочной симметрии.
10. $SU(3)$ локальная калибровочная симметрия и сильное взаимодействие. Кварки и глюоны, квантовая хромодинамика.
11. Великое объединение фундаментальных взаимодействий, суперсила, ее переносчики и свойства.
12. Суперсимметрия, планковские константы, теория суперструн.
13. Основные закономерности Вселенной: ее расширение, однородность, барионная асимметрия, реликтовое излучение.
14. Свойства суперсилы и эволюция Вселенной на ранних этапах.

19.3.2 Перечень вопросов к текущим аттестациям №1-№3 (собеседование)

Текущая аттестация №1 (собеседование)

1. Основные свойства электромагнитного взаимодействия.
2. Законы излучения «черного» тела. Ультрафиолетовая катастрофа. Закон излучения Планка и его обоснование.
3. Законы фотоэффекта и проблемы классической теории в их объяснении. Теория фотоэффекта Эйнштейна.
4. Квантовая механика и ее успехи в объяснении свойств атомов и молекул. Квантовая электродинамика и проблема лэмбовского сдвига в атоме водорода. Проблема расходимостей в квантовой электродинамике.
5. Основные свойства сильного взаимодействия.
6. Нуклон-нуклонное взаимодействие в атомных ядрах и проблемы его описания в мезонной теории ядерных сил.
7. Элементы классификации элементарных частиц: лептоны и адроны, мезоны и барионы, изотопические мультиплеты, супермультиплеты. Унитарная симметрия.
8. Кварки и кварковая структура адронов. Ненаблюдаемость кварков, проблема потенциала взаимодействия кварков.
9. Основные свойства слабого взаимодействия. Бета-распад атомных ядер и элементарных частиц. Проблемы квантового описания слабого поля.
10. Основные свойства гравитационного взаимодействия. Проблемы квантового описания гравитационного поля.

Текущая аттестация №2 (собеседование)

1. Симметрии и калибровочные симметрии в физике. Принцип локальной калибровочной симметрии.
2. Локальная калибровочная симметрия $U(1)$ и структура электромагнитного взаимодействия.

3. Локальная калибровочная симметрия SU(2) и структура слабого взаимодействия. Переносчики слабого взаимодействия и нейтральные токи.
4. Электрослабое взаимодействие кварков. Спонтанное нарушение калибровочной симметрии и бозон Хиггса. Роль электрослабого взаимодействия в проблеме расходимостей в квантовой электродинамике.
5. Локальная калибровочная симметрия SU(3) и структура сильного взаимодействия. Кварки и глюоны. Элементы квантовой хромодинамики.
6. SU(5) локальная калибровочная симметрия и Великое объединение. Переносчики и свойства суперсилы.
7. Квантовая гравитация и суперсимметрия. Суперструны.

Текущая аттестация №3 (собеседование)

1. Главные закономерности эволюции Вселенной: расширение, однородность, барионная асимметрия, реликтовое излучение, «черные» материя и энергия, ускорение расширения.
2. Свойства суперсилы и эволюция Вселенной на ранних этапах.

19.3.3 Тестовые задания

19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ

19.3.5 Темы курсовых работ

Перечень тем (по выбору) для курсовых работ о Нобелевских премиях разных лет по физике (в курсовой работе требуется раскрыть содержание физических исследований, за которые присуждена премия)

| | | |
|------|-----------------------------------|--|
| 1969 | Гелл-Манн М. | За открытия, связанные с классификацией элементарных частиц и их взаимодействий |
| 1970 | Неель Л. | За фундаментальные работы по антиферромагнетизму и ферромагнетизму, широко используемые в физике твердого тела. |
| 1973 | Эсаки Л., Живер А., Джозефсон Б. | За открытия, связанные с явлениями туннелирования в твердых телах. |
| 1978 | Вильсон Р. В., Пензиас А. | За открытие реликтового излучения. |
| 1979 | Вейнберг С., Глэшоу Ш., Салам А. | За фундаментальный вклад в создание теории, объединяющей слабое и электромагнитное взаимодействия. |
| 1981 | Шавлов А., Бломберген Н. | За вклад в развитие лазерной спектроскопии. |
| 1981 | Сигбан К. | За вклад в развитие электронной спектроскопии. |
| 1982 | Вильсон К. | За создание теории кристаллических явлений. |
| 1983 | Фаулер У. | За теоретическое и экспериментальное исследование ядерных реакций, имеющих важное значение для образования химических элементов Вселенной. |
| 1985 | Клитцинг К. | За открытие квантового эффекта Холла. |
| 1986 | Руска Э. | За работу над электронным микроскопом. |
| 1986 | Бинниг Г., Рорер Г. | За изобретение сканирующего туннельного микроскопа. |
| 1987 | Беднорц Г., Мюллер Г. | За важный прорыв в физике, выразившийся в открытии сверхпроводимости в керамических материалах. |
| 1990 | Фридман Д., Кендалл Г., Тейлор Р. | За пионерские исследования глубоконеупругого рассеяния электронов на протонах и связанных нейтронах, существенно важных для разработки кварковой модели в физике частиц. |
| 1991 | Пьер Жиль де Жен | За обнаружение того, что методы, развитые для изучения явлений упорядоченности в простых системах, могут быть обобщены на жидкие кристаллы и полимеры. |
| 1992 | Шарпак Ж. | За открытие и создание детекторов частиц, в частности многопроволочной пропорциональной камеры. |

- 1994 Брокхауз Б. За создание нейтронной спектроскопии.
- 1994 Шалл К. За создание метода нейтронной дифракции.
- 1995 Перл М. За открытие тау-лептона.
- 1995 Рейнс Ф. За экспериментальное обнаружение нейтрино.
- 1997 Чу С., Коэн-Таннуджи К., Филлипс У. За создание методов охлаждения и улавливания атомов лазерным лучом.
- 1999 Хоофт Г., Вельтман М. За прояснение квантовой структуры электрослабых взаимодействий.
- 2000 Алфёров Ж.И., Крёмер Г. За разработки в полупроводниковой технике.
- 2000 Килби Дж. За исследования в области интегральных схем.
- 2001 Корнелл Э., Кеттерле В., Виман К. За достижения в изучении процессов конденсации Бозе-Эйнштейна в среде разреженных газов и за начальные фундаментальные исследования характеристик конденсатов.
- 2003 Абрикосов А.А., Гинзбург В.Л., Леггет Э. За создание теории сверхпроводимости второго рода и теории сверхтекучести жидкого гелия-3.
- 2004 Гросс Д., Политцер Д., Вильчек Ф. За открытие асимптотической свободы в теории сильных взаимодействий.
- 2005 Глаубер Р. За вклад в квантовую теорию оптической когерентности.
- 2005 Холл Дж., Хенш Т. За вклад в развитие лазерного высокоточного спектроскопирования и техники прецизионного расчета светового сдвига в оптических стандартах частоты.
- 2006 Мэтер Дж., Смут Дж. За открытие анизотропии и чёрнотельной структуры энергетического спектра космического фонового излучения.
- 2007 Фёр А., Грюнберг П. За открытие эффекта гигантского магнетосопротивления.
- 2008 Намбу Ё. За открытие механизма спонтанного нарушения симметрии в физике элементарных частиц.
- 2008
Кобаяси М., Маскава Т. За открытие источника нарушения симметрии, которое позволило предсказать существование в природе по меньшей мере трех семейств кварков.
- 2009 Чарльз Куэн Као (1/2) За выдающиеся достижения, касающиеся передачи световых сигналов в волокнах и развитие оптических систем передачи данных
- Уиллард Бойл, Джордж Смит (по ¼) За разработку оптических полупроводниковых сенсоров — ПЗС-матриц
- 2010 Андрей Гейм, Константин Новоселов За новаторские эксперименты по исследованию двумерного материала графена
- 2011 Сол Перлмуттер, Брайан Шмидт, Адам Рис За открытие в 1998 г. ускоренного расширения Вселенной.
- 2012 Серж Арош, Дэвид Уайнленд. За создание технологий измерения и манипулирования квантовыми системами.
- 2013 Питер Хиггс, Франсуа Энглер За теоретическое открытие механизма, служащего нашему пониманию происхождения массы субатомных частиц и недавно подтвержденного путем обнаружения предсказанной фундаментальной частицы в ходе экспериментов ATLAS и CMS на Большом адронном коллайдере в ЦЕРНе.
- 2014 Исама Акасаки, Хироси Аmano и Судзи Накамура За создание нового энергоэффективного и экологически чистого источника света — синих светодиодов.
- 2015 Артур Макдональд и Такааки Каджита За открытие осцилляции нейтрино, показывающее, что у нейтрино есть масса.
- 2016 Дэвид Таулес, Дункан Халдейн и Джон Костерлиц За теоретические открытия топологических фазовых переходов топологических фаз материи

2017 Барри Бэриш, Райнер Вайсс За решающий вклад в детектор LIGO и наблюдение
и Кип Торн гравитационных волн

19.3.6 Темы рефератов

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах): *устного опроса (индивидуальный опрос); письменных работ (контрольные); тестирования*. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень умения решать практические задачи. При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.