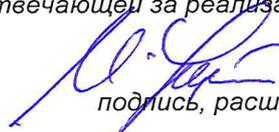


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
теоретической физики
наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины

 (Фролов М.В.)
подпись, расшифровка подписи

. .2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.08 – Современные проблемы физики

1. Код и наименование направления специальности:

03.04.02 – физика

2. Профиль подготовки (при наличии): физика передовых технологий
производства изделий микро- и нанoeлектроники, оптика и нанофотоника

3. Квалификация выпускника:

магистр

4. Форма обучения: очная (дневная)

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

6. Составители программы: Саранцева Татьяна Сергеевна

ФИО

к.ф.-м.н.

доцент

ученая степень

ученое звание

7. Рекомендована: НМС физического факультета от 20.05.2025 г. протокол № 5

(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,

8. Учебный год: 2025-2026

Семестр(ы): 1

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются: ознакомить студентов с последними достижениями физики фундаментальных взаимодействий и с основными идеями новой науки – космомикрoфизики, или квантовой космологии.

Задачи учебной дисциплины: 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 дать основы новой науки – космомикрoфизики (иначе - квантовая космология, или Теория Всего).

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к базовой части блока Б1 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 (космомикрoфизика, 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) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК- 1	Способность применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	ОПК- 1.1	Применяет знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	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.
		ОПК- 1.2	Умение собирать и анализировать информацию по решаемой задаче, составляет ее физико-математическое описание, обеспечивает накопление, анализ и	

ОПК-2	Способность в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики	ОПК-2.1	<p>систематизацию собранных данных с использованием современных достижений науки и информационных систем, передового отечественного и зарубежного опыта</p> <p>Умение анализировать, систематизировать и обобщать информацию о состоянии и перспективах развития современной физики, владеть профессиональной терминологией при презентации проведенного исследования, научным стилем изложения собственной концепции</p>	Владеть: практическими методами исследования физических процессов и применять их на практике при решении профессиональных задач.
		ОПК-2.2	Руководствуется основными принципами и процедурами научного исследования, методами критического анализа и оценки научных достижений и исследований в области физики, специальных дисциплин, экспериментальными и теоретическими методами научно-исследовательской деятельности	

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах (в соответствии с учебным планом) — 3 / 108.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) – зачет с оценкой.

13. Трудоемкость по видам учебной работы:

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			№ семестра 1	№ семестра	...
Аудиторные занятия		30	30		
в том числе:	лекции	30	30		
	практические				
	лабораторные				
Самостоятельная работа		78	78		
в том числе: курсовая работа (проект)					
Форма промежуточной аттестации (экзамен – час.)		Зачет с оценкой	Зачет с оценкой		
Итого:		108	108		

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
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 общие свойства.	-
1.2	Феноменология и проблемы теории электромагнитного взаимодействия	Электромагнитное взаимодействие и его свойства. Проблемы квантовых теорий атома, поля и квантовой электродинамики.	-

1.3	Феноменология и проблемы теории сильного взаимодействия и теории элементарных частиц	Сильное взаимодействие и его свойства. Теория ядра и мезонная теория ядерных сил и их проблемы. Элементарные частицы и их классификация. Изотопические мультиплеты и супермультиплеты. SU(3) унитарная симметрия. Кварки и их свойства. Кварковая структура адронов, элементы квантовой хромодинамики. Проблемы кварковой теории элементарных частиц.	-
1.4	Феноменология и проблемы теории слабого и гравитационного взаимодействий	Слабое взаимодействие и его свойства. Теория бета-распада. Несохранение четности. Проблемы 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. Свойства суперсилы и следствия. Распад протона.	-
1.6	Суперсила и космомикрофизика	Космомикрофизика. Мегамир и его основные закономерности. Большой Взрыв и ключевые этапы эволюции Вселенной. Инфляционная космология. Свойства суперсилы и ранние этапы эволюции Вселенной. Теория суперструн и другие альтернативные теории.	-
2. Практические занятия			
3. Лабораторные занятия			

13.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение. Обзор современных достижений теории элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий	4			12	16
2	Феноменология и проблемы теории электромагнитного взаимодействия	3			12	15

3	Феноменология и проблемы теории сильного взаимодействия и теории элементарных частиц	5			15	20
4	Феноменология и проблемы теории слабого и гравитационного взаимодействий	2			9	11
5	Принцип калибровочной симметрии и фундаментальные взаимодействия	10			18	28
6	Суперсила и космомикрoфизика	6			12	18
	Итого:	30			78	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: указание наиболее сложных разделов, работа с конспектами лекций, презентационным материалом, рекомендации по выполнению курсовой работы, по организации самостоятельной работы по дисциплине и др.)

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	<i>Копытин И.В. Современные проблемы физики: суперсила и эволюция Вселенной: учебное пособие для вузов / И.В.Копытин. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. - 162 с.</i>
2	<i>Ишханов Б.С. Частицы и атомные ядра / Б.С.Ишханов, И.М.Капитонов, Н.П.Юдин. - М.: URSS, 2007. - 581 с.</i>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	<i>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.</i>
4	<i>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.</i>

5	<i>Клапдор-Клайнротхаус Г.В. Астрофизика элементарных частиц / Г. В. Клапдор-Клайнротхаус, К. Цюбер; Пер. с нем. под ред. В. А. Беднякова .— М. : Успехи физ. наук, 2000 .— 495 с.</i>
6	<i>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.</i>
7	<i>Линде А.Д. Физика элементарных частиц и инфляционная космология / А.Д. Линде .— М. : Наука, 1990 .— 274 с.</i>
8	<i>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.</i>
9	<i>Ахиезер А.И. Элементарные частицы / А. И. Ахиезер, М. П. Рекало .— М. : Наука, 1986 .— 255 с.</i>
10	<i>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.</i>

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

№ п/п	Ресурс
11	http://www.lib.vsu.ru/
12	<i>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.)</i>
13	<i>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.)</i>

* 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), курсовых работ и др.)

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

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. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Разделы 1.1-1.4	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.1 ОПК-1.2	Текущая аттестация №1 (ответы на вопросы в письменном виде)

2.	Разделы 1.5	ОПК-2.1 ОПК-2.2	Текущая аттестация №2 (ответы на вопросы в письменном виде)
3.	Разделы 1.6		Текущая аттестация №3 (ответы на вопросы в письменном виде)
Зачет с оценкой			Перечень вопросов к зачету

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: текущие аттестации №1, №2 и №3 (ответы на вопросы в письменном виде).

Перечень вопросов к текущей аттестации №1.

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.

Перечень вопросов к текущей аттестации №2.

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.

Перечень вопросов к текущей аттестации №3.

1. Космомикрофизика. Вселенная и ее основные закономерности: расширение, однородность, барионная асимметрия, реликтовое излучение, «черные» материя и энергия, ускорение расширения.
2. Большой Взрыв, инфляционная теория, ключевые этапы эволюции Вселенной и свойства суперсилы.
3. Суперсимметричная сила. Теория суперструн и другие альтернативные теории.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: письменные ответы на вопросы текущих аттестаций №№1-3 и вопросов к зачету.

Перечень вопросов к зачету

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.

Описание технологии проведения зачета

Зачет проводится в форме собеседования. Студенты, ранее ответившие письменно на все вопросы текущих аттестаций №№1-3 получают зачет автоматически. Студенты, не

получившие удовлетворяющих их оценок по текущим аттестациям, либо пропустившие какие-либо аттестации, либо полностью их пропустившие, сдают зачет в виде собеседования по вопросам к зачету. Сдача задолженности происходит в виде реферата по заранее согласованным с преподавателем темам. На собеседовании будет предложено дать ответы на 2 вопроса из перечня вопросов к зачету. Для письменного реферата будет предложено 3 вопроса.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Необходимо знать основные направления фундаментальных исследований по физике и новые теоретические подходы в физике фундаментальных взаимодействий, знать закономерности Мегамира и уметь использовать свойства суперсилы для описания закономерностей ранних этапов эволюции Вселенной, 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 оценок:

Отлично – подробные и безошибочные письменные ответы на все вопросы текущих аттестаций или на вопросы, заданные при собеседовании.

Хорошо – не достаточно подробные с мелкими ошибками ответы на вопросы текущих аттестаций или на вопросы, заданные при собеседовании.

Удовлетворительно – ответы не на все поставленные вопросы текущих аттестаций или не полные ответы с ошибками при собеседовании.

Неудовлетворительно – плохое знание материала, неудовлетворительные ответы или их отсутствие на вопросы текущих аттестаций, а также при собеседовании.

Все вышеперечисленное относится и к оценкам рефератов, написанных для сдачи задолженности.