

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1154613	Общие вопросы теоретической физики

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Фундаментальная и прикладная физика	Код ОП 1. 03.05.02/33.01
Направление подготовки 1. Фундаментальная и прикладная физика	Код направления и уровня подготовки 1. 03.05.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Москвин Александр Сергеевич	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	теоретической и математической физики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Общие вопросы теоретической физики

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль входят дисциплины «Дополнительные главы математической физики» и «Общая теория относительности». Дисциплина «Дополнительные главы математической физики» включает элементы теории обобщенных функций, специальные функции математической физики, вопросы симметрии и инвариантных решений дифференциальных уравнений, а также вопросы симметрии уравнений математической физики и калибровочных полей. В дисциплине «Общая теория относительности» (ОТО) рассматриваются физические основы ОТО, элементы математического аппарата ОТО, движение частиц и распространение света в гравитационном поле, уравнения гравитационного поля и их свойства, наблюдаемые и предсказываемые эффекты ОТО, а также релятивистская космология.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Общая теория относительности	3
2	Дополнительные главы математической физики	3
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Нелинейная физика
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Общая физика 2. Теоретическая физика 3. Теория конденсированного состояния

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Дополнительные главы	ОПК-3 - Способен анализировать,	З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения

<p>математической физики</p>	<p>интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области</p>	<p>результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области</p> <p>П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умения анализировать и обобщать информацию, делать логические умозаключения</p>
	<p>ПК-1 - Владеет методами экспериментальных и теоретических исследований и алгоритмического моделирования для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния</p>	<p>З-2 - Классифицировать основные методы математического и алгоритмического моделирования, применимые для решения задач в области профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять оптимальные методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Разрабатывать методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности</p>
<p>Общая теория относительности</p>	<p>ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области</p> <p>П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умения анализировать и обобщать информацию, делать логические умозаключения</p>
	<p>ПК-1 - Владеет методами экспериментальных и теоретических исследований и алгоритмического моделирования для</p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов теоретических и экспериментальных физических исследований</p> <p>З-2 - Классифицировать основные методы математического и алгоритмического</p>

	<p>решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния</p>	<p>моделирования, применимые для решения задач в области профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять оптимальные методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор методов теоретических и экспериментальных физических исследований при решении поставленных задач</p>
--	--	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Общая теория относительности

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Москвин Александр Сергеевич	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	теоретической и математической физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 3 от 14.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Москвин Александр Сергеевич, Профессор, теоретической и математической физики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение. Классическая теория гравитации.	Введение. Классическая теория гравитации. Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения Ньютона. Теорема вириала. Система гравитационно-взаимодействующих частиц. Приближение сплошной среды в классической теории гравитации. Применение классической теории гравитации в астрономии и астрофизике.
P2	Основы общей теории относительности	Равенство инертной и гравитационной масс. Принцип эквивалентности. Геометризация гравитации. Общий принцип относительности. Общая теория относительности (ОТО). Тензоры. Связности. Тензор кривизны. Тензор Риччи. Метрический тензор. Согласование метрики со связностью. Скалярная кривизна. Символы Кристоффеля. Геодезические. Геодезическая как кратчайшая. Ньютоновское приближение Уравнения гравитационного поля. Космологическая постоянная. Тензор энергии-импульса материи в приближении сплошной среды. Нерелятивистский предел уравнений гравитационного поля.
P3	Основные наблюдаемые эффекты ОТО. Черные дыры. Гравитационные волны.	Распространение лучей света в гравитационном поле. Замедление хода часов и смещение спектральных линий в постоянном гравитационном поле. Центральное-симметричное гравитационное поле. Метрика Шварцшильда. Движение частицы в центральное-симметричном гравитационном поле. Вращение планетарных орбит. Распространение лучей света в центральное-симметричном гравитационном поле.

		Гравитационная линза. Гравитационный коллапс. Черные дыры. Движение в поле чёрной дыры. Гравитационные волны.
P4	Космология	Однородная изотропная Вселенная. Закон Хаббла. Модели расширяющейся Вселенной. Начальные моменты Вселенной. Инфляционные модели.
P5	Космомикрофизика.	Гравитация – фундаментальное взаимодействие. Планковские масштабы. Рождение элементарных частиц и химических элементов в процессе эволюции Вселенной.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ПК-1 - Владеет методами экспериментальных и теоретических исследований и алгоритмического моделирования для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния	З-1 - Сделать обзор основных методов теоретических и экспериментальных физических исследований

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая теория относительности

Электронные ресурсы (издания)

1. Фок, В. А.; Теория пространства, времени и тяготения : монография.; Гос. изд-во физ.-мат. лит., Москва; 1961; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256618> (Электронное издание)

2. ; Введение в общую теорию относительности, ее современное развитие и приложения : учебное пособие.; Флинта|Уральский федеральный университет (УрФУ), Москва; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482208> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М.; Теоретическая физика : Учеб. пособие для студентов физ. специальностей ун-тов: В 10 т. Т. 2. Теория поля.- 8-е изд., стер.; Физматлит, Москва; 2001 (2 экз.)
2. Хлопов, М. Ю.; Основы космофизики; УРСС, Москва; 2004 (1 экз.)
3. Ишханов, Б. С.; Частицы и атомные ядра : учебник для вузов.; [Изд-во ЛКИ, Москва; 2007] (22 экз.)
4. Дубровин, Б. А.; Современная геометрия. Методы и приложения : [учебное пособие для физико-математических специальностей университетов].; Наука, Москва; 1986 (3 экз.)
5. Зельманов, А. Л.; Элементы общей теории относительности; Наука, Москва; 1989 (4 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронная научная библиотека. <https://elibrary.ru>
2. Университетская библиотека онлайн. <http://biblioclub.ru>
3. Зональная научная библиотека УрФУ. URL: <http://lib.urfu.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая теория относительности

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Дополнительные главы математической
физики

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Москвин Александр Сергеевич	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	теоретической и математической физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 3 от 14.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Москвин Александр Сергеевич, Профессор, теоретической и математической физики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Исторические замечания. Физические и математические идеи, мотивирующие необходимость введения понятия обобщенной функции.
P2	Пространство обобщенных функций	Пространство финитных и бесконечно дифференцируемых основных функций, его свойства. Построение основных функций из элементарных функций. Пространство обобщенных функций и его свойства. Обобщенная функция как линейный непрерывный функционал. Регулярные и сингулярные обобщенные функции. Равенство обобщенных функций. Носитель обобщенных функций. Дельта-функция Дирака. Дельтаобразная последовательность. Формулы Сохоцкого. Формула суммирования Пуассона.
P3	Действия с обобщенными функциями	Действия с обобщенными функциями: умножение на бесконечно дифференцируемую функцию, линейная замена переменных, дифференцирование. Обобщенная производная разрывной функции. Прямое произведение обобщенных функций. Свертка основных и обобщенных функций. Основные свойства свертки, сверточная алгебра. Ньютоновы потенциалы, потенциалы простого и двойного слоя.
P4	Фундаментальные решения операторов с постоянными коэффициентами	Фундаментальное решение. Фундаментальные решения оператора обыкновенного дифференциального уравнения и операторов классической математической физики: оператора Лапласа, оператора теплопроводности и волнового оператора.

		Основная теорема для решения неоднородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами методом свертки. Метод спуска.
P5	Преобразование Фурье обобщенных функций	Пространство основных функций медленного роста. Пространство обобщенных функций медленного роста. Преобразование Фурье и обратное преобразование Фурье основных функций медленного роста. Преобразование Фурье обобщенных функций медленного роста, его свойства. Преобразование Фурье свертки. Построение фундаментальных решений линейных дифференциальных операторов с постоянными коэффициентами методом преобразования Фурье. Фундаментальные решения оператора Лапласа, оператора Гельмгольца, оператора теплопроводности и волнового оператора.
P6	Обобщенная задача Коши	Постановка обобщенной задачи Коши. Решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения методом свертки. Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности: формула Пуассона. Решение задачи Коши для волнового уравнения: формулы Даламбера, Кирхгофа и Пуассона.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ПК-1 - Владеет методами экспериментальных и теоретических исследований и алгоритмического моделирования для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния	У-2 - Определять оптимальные методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы математической физики

Электронные ресурсы (издания)

1. Владимиров, В. С.; Уравнения математической физики : учебник.; Физматлит, Москва; 2000; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68126> (Электронное издание)
2. Шилов, Г. Е.; Математический анализ; Гос. изд-во физико-математической лит., Москва; 1961; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230807> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Владимиров, В. С.; Обобщенные функции в математической физике; Наука, Москва; 1979 (2 экз.)
2. Шварц, Л.; Математические методы для физических наук; Мир, Москва; 1965 (6 экз.)
3. Панов, Ю. Д.; Математическая физика. Методы решения задач : учеб. пособие для вузов.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2005 (121 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ. <https://study.urfu.ru>

Университетская библиотека онлайн. <http://biblioclub.ru>

Зональная научная библиотека УрФУ. <https://lib.urfu.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>

Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы математической физики

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
-------	--------------	---	---

1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM