

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
1156725	Асимптотические методы математического моделирования

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Современные проблемы математики	Код ОП 1. 01.04.01/33.01
Направление подготовки 1. Математика	Код направления и уровня подготовки 1. 01.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Иванов Алексей Олегович	доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	теоретической и математической физики
2	Пьянзина Елена Сергеевна	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	Кафедра теоретической и математической физики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Асимптотические методы математического моделирования

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль входит одна дисциплина «Асимптотические методы математического моделирования». Цель модуля научить студентов использовать асимптотические методы возмущений для получения приближенных аналитических решений алгебраических задач, интегралов, дифференциальных уравнений и краевых задач.

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	Асимптотические методы математического моделирования	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Методы решения некорректных задач
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

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
Асимптотические методы математического моделирования	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований

		<p>П-1 - Иметь опыт проведения фундаментальных и прикладных исследований, модельных или реальных экспериментов с использованием современной методологии, методов, оборудования и техники</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p> <p>Д-2 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</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>У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов</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 - Способен применять фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий</p>	<p>З-1 - Изложить актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики</p> <p>У-1 - Строго доказывать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата</p> <p>П-1 - Иметь опыт решения актуальных и значимых проблем фундаментальной, прикладной и компьютерной математики</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические и системные умения, способность к поиску информации</p>
	<p>ПК-4 - Способен применять на практике новые научные</p>	<p>У-2 - Формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской деятельности и</p>

	принципы и методы исследований	требующие углубленных профессиональных знаний П-1 - Применять адекватный математический аппарат для ведения научно-исследовательской работы
--	--------------------------------	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Асимптотические методы математического
моделирования

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Иванов Алексей Олегович	д. ф.-м. н., профессор	профессор	кафедра теоретической и математической физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 6 от 15.10.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Иванов Алексей Олегович, профессор, кафедра 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
1	Основные положения асимптотического метода возмущений	Анализ размерностей. Появление малых параметров в задачах, примеры из обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных. Основная концепция метода возмущений: решение базовой (невозмущенной) задачи и поправки к базовому решению, вносимые малым возмущением. Асимптотические ряды. Сравнение сходящихся и асимптотических рядов.
2	Алгебраические уравнения	Примеры построения приближенных решений для квадратных уравнений. Степенное разложение по малому параметру, анализ степеней, определение погрешности приближенных решений в сравнении с точным решением. Кубические уравнения и уравнения высших порядков. Трансцендентные уравнения. Примеры определения приближенных решений для собственных чисел задачи Штурма-Лиувилля на отрезке.
3	Интегралы	Метод разложения подынтегральной функции в ряд по малому параметру. Метод интегрирования по частям. Примеры оценки максимальной точности возникающих асимптотических рядов. Метод Лапласа для оценки определенных интегралов для монотонных подынтегральных функций. Метод перевала оценки интегралов для подынтегральных функций, имеющих резко выраженный максимум в области интегрирования. Метод стационарной фазы для оценки интегралов для осциллирующих подынтегральных функций.

4	Дифференциальные уравнения	Пример линейного осциллятора с малым затуханием. Прямое разложение, секулярные слагаемые, сравнение с точным решением. Сдвиг частоты колебаний, метод Линдштедта-Пуанкаре для учета изменения частоты. Метод многих масштабов. Пример нелинейного осциллятора с малым параметром при нелинейной возвращающей силе, применение методов Линдштедта-Пуанкаре и многих масштабов.
5	Задачи с пограничным слоем	Задачи с пограничным слоем на примере краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений на отрезке. Примеры уравнений с малым параметром при старшей производной, возникновение пограничного слоя. Метод многих масштабов. Метод сращиваемых асимптотических разложений, разбиение на внешнюю и внутреннюю задачи, их решение, сращивание решений. Сравнение точности сращенных решений с точным решением на примерах простых задач.
6	Дифференциальные уравнения в частных производных	Дифференциальные уравнения в частных производных на примерах параболических краевых задач теплопроводности и диффузии. Релаксация решения и оценка характерных времен процесса. Оценка масштабов времен и выявление в краевой задаче малого параметра. Построение невозмущенного и возмущенного решений.
7	Задачи с подвижной границей	Параболические краевые задачи типа Стефана с подвижной границей на примере диффузионных задач с фронтальной химической реакцией. Оценка характерных времен релаксации диффузионного профиля. Оценка характерного времени движения границы. Метод дифференциальных рядов по малому параметру – отношению времен при условии медленного движения границы. Квазистационарное (линейное) распределение концентрации. Нахождение приближенного аналитического решения задачи при учете возмущений, вызванных движением границы.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Асимптотические методы математического моделирования

Электронные ресурсы (издания)

1. Федорюк, М. В.; Метод перевала; б.и., Москва; 1977; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459727> (Электронное издание)
2. Коул, Д., Д., Рыжов, О. С.; Методы возмущений в прикладной математике; Мир, Москва; 1972; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=464110> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Федорюк, М. В.; Асимптотика: интегралы и ряды; Наука, Москва; 1987 (7 экз.)
2. Данилин, А. Р.; Асимптотические методы в анализе : учеб. пособие для вузов.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2009 (99 экз.)
3. Ильин, А. М.; Асимптотические методы в анализе; Физматлит, Москва; 2009 (7 экз.)
4. Карташов, Э. М.; Аналитические методы в теории теплопроводности твердых тел : Учеб. пособие для студентов втузов.; Высшая школа, Москва; 2001 (28 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

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

- <http://lib.urfu.ru> - Зональная научная библиотека ФГАОУ ВО УрФУ

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Асимптотические методы математического моделирования

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	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome
2	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
3	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>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p>
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p>