

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ

\_\_\_\_\_ Турилова Е.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Уравнения математической физики

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Прикладная математика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Глазырина Л.Л. (кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта, отделение прикладной математики и информатики), glazygina-ludmila@ya.ru

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2	Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

такие разделы теории уравнений с частными производными, которые традиционно используются при построении и исследовании математических моделей механики, физики, техники, биологии.

Должен уметь:

применять, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным проблемам.

Должен владеть:

навыками постановок задач из различных областей знаний в виде уравнений в частных производных, приемами анализа и решения основных уравнений математической физики.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять на практике полученные при изучении курса теоретические знания в области задач математической физики и навыки при решении учебно-методических задач и упражнений.

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.16 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.04 "Прикладная математика (Прикладная математика)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 2, 3 курсах в 4, 5 семестрах.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных(ые) единиц(ы) на 324 часа(ов).

Контактная работа - 144 часа(ов), в том числе лекции - 72 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 72 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 135 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 45 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 4 семестре; экзамен в 5 семестре.

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

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лаборат- торные работы, всего	Лаборат- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Классификация линейных уравнений с частными производными второго порядка. Приведение к каноническому виду уравнений второго порядка.	4	6	0	0	0	12	0	20
2.	Тема 2. Вывод основных уравнений математической физики	4	10	0	0	0	20	0	24
3.	Тема 3. Гиперболические уравнения	4	20	0	0	0	4	0	28
4.	Тема 4. Гиперболические уравнения	5	4	0	0	0	14	0	25
5.	Тема 5. Параболические уравнения	5	20	0	0	0	18	0	28
6.	Тема 6. Эллиптические уравнения	5	12	0	0	0	4	0	10
	Итого		72	0	0	0	72	0	135

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Классификация линейных уравнений с частными производными второго порядка. Приведение к каноническому виду уравнений второго порядка.**

Линейные уравнения второго порядка. Виды уравнений. Матричная запись. Правила сложного дифференцирования. Замена переменных в уравнениях второго порядка, матрица коэффициентов при старшей части. Инвариантность формы уравнения при замене переменных. Классификация линейных уравнений с частными производными второго порядка на основе инерции матрицы старших коэффициентов. Три основных типа Классификация уравнений с двумя независимыми переменными. Определение типа уравнения по дискриминанту уравнения. Сведение проблемы приведения уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными к каноническому виду к решению квазилинейного уравнения первого порядка. Описание способов приведения гиперболических, параболических и эллиптических уравнений к каноническому виду путем решения соответствующих обыкновенных дифференциальных уравнений . первого порядка. Обоснование невырожденности соответствующих преобразований переменных. уравнений. Примеры линейных уравнений математической физики второго порядка различных типов..

**Тема 2. Вывод основных уравнений математической физики**

Основы вывода уравнений математической физики. Гипотезы, физические законы, законы сохранения. Вывод уравнения колебаний струны, стержней, уравнение колебаний мембраны. Начально-краевые задачи для уравнений колебаний. Вывод уравнения теплопроводности в твердом теле, уравнения теплопроводности в стержне. Начально-краевые задачи для уравнения теплопроводности. Примеры стационарных краевых задач математической физики.

**Тема 3. Гиперболические уравнения**

Постановка задачи Коши для одномерного уравнения колебаний. Построение общего решения одномерного уравнения. Вывод формулы Даламбера решения задачи Коши для уравнения колебаний струны. Постановка начально-краевой задачи о колебаниях полуграниченной струны при различных способах закрепления. Сведение задачи о колебаниях полуграниченной струны к задаче Коши. Физическая интерпретация решений задач о колебаниях неограниченной и полуграниченной струны. Волновые процессы.

Задачи в ограниченных областях, одномерный случай. Решение однородного уравнения колебаний струны методом разделения переменных. Задача Штурма-Лиувилля. Построение решения задачи в виде ряда по собственным функциям задачи Штурма - Лиувилля. Интерпретация полученного решения. Стоячие волны. Амплитуда, частота, фаза стоячей волны. Зависимость параметров от исходных данных. Анализ колебаний струны в зависимости от ее физических свойств. Обосновывается метод Фурье решения первой краевой задачи для однородного уравнения колебаний струны. Исследуется поведение коэффициентов Фурье при возрастании их номера при различных требованиях на исходные данные задачи. Формулируется и доказывается теорема о достаточных условиях существования классического решения задачи для одномерного волнового уравнения. Исследуется асимптотика решения при возрастании времени.

**Тема 4. Гиперболические уравнения**

Описание общих способов решения одномерного неоднородного уравнения колебаний струны с неоднородными граничными условиями. Решение неоднородного уравнения колебаний струны с однородными граничными условиями методом разделения переменных. Этот метод применяется для частного случая, когда правая часть представлена в виде разложения по собственным функциям задачи Штурма - Лиувилля. Явления резонанса, анализ причин его появления, механическая интерпретация.

### **Тема 5. Параболические уравнения**

Основные краевые задачи для уравнения теплопроводности. Исследование единственности решения основных краевых задач для уравнения теплопроводности. Метод разделения переменных для задачи о распределении тепла в ограниченном стержне. Обоснование метода Фурье. Задача Коши для уравнения теплопроводности. Принцип максимума. Исследование единственности решения задачи Коши. Решение задачи Коши методом интеграла Фурье. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности.

Обоснование метода. Анализ решения задачи Коши.

### **Тема 6. Эллиптические уравнения**

Основные краевые задачи. Исследование единственности. Гармонические функции. Формулы Грина. Принцип максимума. Фундаментальное решение уравнения Лапласа. Интегральное представление гармонической функции. Внутренняя и внешняя задачи Дирихле для уравнения Лапласа. Некоторые свойства гармонических функций. Метод разделения переменных для решения задачи Дирихле в прямоугольной области и в круге.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Естественно-научный портал - <http://en.edu.ru/>

Портал математических интернет-ресурсов - <http://www.exponenta.ru>

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

**7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Естественно-научный портал - <http://en.edu.ru/>

Портал математических интернет-ресурсов - <http://www.math.ru/>

Портал математических интернет-ресурсов - <http://www.allmath.com/>

Портал математических интернет-ресурсов - <http://www.exponenta.ru>

Сайт с учебными материалами по математике - <http://mathelp.spb.ru>

**9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	При подготовке к сдаче экзамена весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамена, каждый день контролировать выполнение работы. Лучше, если можно, перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени, который полезно использовать для повторения материала.
лабораторные работы	Обучающиеся выполняют задания, требующие создания уникальных объектов определённого типа. Тип объекта, его требуемые характеристики и методы его создания определяются потребностями профессиональной деятельности в соответствующей сфере либо целями тренировки определённых навыков и умений. Оцениваются креативность, владение теоретическим материалом по теме, владение практическими навыками.



Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Основной целью самостоятельных занятий по данному курсу является развитие навыков построения математических моделей типичных физических процессов, исследование их свойств, построение и исследование аналитических решений. При подготовке к каждому занятию необходимо обратиться к курсу лекций по данному вопросу и учебным пособиям, чтобы уточнить определения, формулировки основных результатов, найти аналоги решаемым задачам и выполняемым упражнениям. При работе с примерами необходимо стремиться не только к узнаванию способа решения каждой конкретной задачи, но и к пониманию цели его употребления в данном контексте, функциональной нагрузки, которой данный пример обладает.</p> <p>Изучение данного курса предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов над лекционным материалом, текстами рекомендованных учебников и учебных пособий; развитие навыков самоконтроля, способствующих интенсификации учебного процесса. Изучение лекционного материала по конспекту лекций должно сопровождаться изучением рекомендуемой литературы, основной и дополнительной. Основной целью организации самостоятельной работы студентов является систематизация и активизация знаний, полученных ими на лекциях и в процессе подготовки к самостоятельным занятиям. Студентам следует стремиться к активизации знаний на занятиях по другим естественно-научным дисциплинам, связанным с данным курсом.</p> <p>Самостоятельная работа по изучению курса предполагает внеаудиторную работу, которая включает выполнение 31 самостоятельных работ.</p> <p>Этапы выполнения самостоятельных работ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Просмотр записей лекционного курса и рекомендуемой литературы по теме задания.</li> <li>2. Составление резюме прочитанной главы соответствующего раздела рекомендуемого теоретического источника или учебника.</li> <li>3. Выполнение заданий по теме и их комментирование.</li> </ol> <p>При выполнении самостоятельных работ по разделам 'Классификация уравнений в частных производных второго порядка' и 'Приведение уравнений к каноническому виду' следует учитывать взаимосвязь этого материала с соответствующими разделами курсов математического анализа и алгебры и геометрии.</p> <p>Разделы курса, в которых уделяется внимание выводу основных уравнений математической физики, организованы так, что для понимания материала требуется лишь знание основ физики в области динамики твердого тела и основ термодинамики. Мы осознанно не выходим за эти рамки. Это упрощает понимание принципов вывода уравнений и постановки для них начально-краевых задач.</p> <p>Разделы курса, связанные с решением методом Фурье краевых задач для уравнений различных типов основываются на сведениях уравнений в частных производных к цепочкам задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение этих задач опирается на знание методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Также необходимы знания из курса математического анализа и, в частности, теории рядов Фурье.</p> <p>При решении задач рекомендованы сборники, в которых каждый раздел или ответы к разделу предваряются подробными решениями. Приступая к решению задач, рекомендуем внимательно изучить методы их решения.</p>
экзамен	<p>При подготовке к сдаче экзамена весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, каждый день контролировать выполнение работы. Лучше, если можно, перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени, который полезно использовать для повторения материала.</p>

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Компьютерный класс.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.04 "Прикладная математика" и профилю подготовки "Прикладная математика".



### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Прикладная математика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

#### Основная литература:

1. Сабитов, К. Б. Уравнения математической физики : учебник / К. Б. Сабитов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 352 с. - ISBN 978-5-9221-1483-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59660> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Карчевский, М. М. Лекции по уравнениям математической физики / М. М. Карчевский. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 164 с. - ISBN 978-5-507-46827-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/321200> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Соболева, Е. С. Задачи и упражнения по уравнениям математической физики : учебное пособие / Е. С. Соболева, Г. М. Фатеева. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 96 с. - ISBN 978-5-9221-1053-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/5295> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература:

1. Владимиров, В. С. Уравнения математической физики : учебник / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2000. - 400 с. - ISBN 5-9221-0011-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2363> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Ильин, А. М. Уравнения математической физики : учебное пособие / А. М. Ильин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 192 с. - ISBN 978-5-9221-1036-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2181> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Сборник задач по уравнениям математической физики : учебное пособие / В. С. Владимиров, В. П. Михайлов, Т. В. Михайлова, М. И. Шабунин. - 4-е, изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2016. - 520 с. - ISBN 978-5-9221-1692-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/104995> (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.О.16 Уравнения математической физики*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Прикладная математика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.