

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Елабужский институт (филиал) КФУ



УТВЕРЖДАЮ

Директор
Елабужского института КФУ

 Е.Е. Мерзон

« 1 » 03 20 24 г.

МП

Программа дисциплины (модуля)

Специальная дисциплина, направленная на подготовку к сдаче канд. экзамена по научной специальности 1.1.2 Дифференциальные уравнения и математическая физика

Направление: 1.1.2 Дифференциальные уравнения и математическая физика

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения: 2025

1. Цели освоения дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование системных знаний в областях дифференциальных уравнений и математической физики; владение современными методами исследования, необходимыми для применения в практической и научной деятельности, для изучения смежных дисциплин; совершенствование математического образования.

Задачи учебной дисциплины:

- углубление теоретических знаний и практических навыков в области теории обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений с частными производными и уравнений математической физики.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Специальная дисциплина, является дисциплиной, направленной на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов (обязательные) образовательного компонента в соответствии с Федеральными государственными требованиями по направлению подготовки 1.1.2 Дифференциальные уравнения и математическая физика (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

Дисциплина осваивается на 4 курсе (7 семестр).

3. Компетенции аспиранта, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины аспирант должен знать:

- основы общей и качественной теории дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений, теории дифференциальных уравнений с частными производными,
- основы теории обобщенных функций и смежные разделы функционального анализа,
- основные классы численных и аналитических методов решения интегральных уравнений и систем интегральных уравнений, их особенности.

В результате освоения дисциплины аспирант должен уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- применять методы и результаты теории дифференциальных уравнений и смежных разделов математики в научных исследованиях.

В результате освоения дисциплины аспирант должен владеть:

- понятиями, основной терминологией, методами исследований в перечисленных областях;
- навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач в области теории дифференциальных уравнений и уравнений математической физики.

4. Структура и содержание дисциплины

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часа.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: *на 7 семестре экзамен и на 7 семестре кандидатский экзамен.*

N	Разделы дисциплины(модуля)	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа
			Лекции, всего	В т.ч. лекции в электронной форме	Практические занятия_всего	В т.ч. практические занятия в электронной	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Линейные и нелинейные уравнения с частными производными первого порядка.	7	4	0	4	0	0	8
2.	Тема 2. Основные уравнения математической физики и постановка задач математической физики.	7	4	0	4	0	0	8
3.	Тема 3. Классификация уравнений и систем уравнений с частными производными.	7	4	0	4	0	0	8
4.	Тема 4. Обобщенные функции.	7	4	0	4	0	0	8
5.	Тема 5. Интегральные уравнения Фредгольма	7	4	0	4	0	0	8
6.	Тема 6. Метод разделения переменных. Задача Штурма—Лиувилля. Специальные функции.	7	4	0	4	0	0	8
7.	Тема 7. Уравнения эллиптического типа.	7	4	0	4	0	0	8
8.	Тема 8. Основы теории потенциала.	7	4	0	4	0	0	8
9.	Тема 9. Начально-краевые задачи для параболических и гиперболических уравнений.	7	4	0	4	0	0	8
	Итого	7	36	0	36	0	0	72

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Линейные и нелинейные уравнения с частными производными первого порядка.

Уравнения с частными производными. Задача Коши. Теорема Ковалевской. Интегрирование линейного однородного уравнения. Решение задачи Коши для линейного однородного уравнения. Интегрирование линейного неоднородного уравнения. Задача Коши для линейного неоднородного уравнения. Система двух совместных уравнений первого порядка. Уравнение Пфаффа. Полный, общий и особый интегралы уравнения в частных производных первого порядка. Метод Лагранжа—Шарпи. Решение задачи Коши по известному полному интегралу. Метод Коши интегрирования уравнений с частными производными.

Тема 2. Основные уравнения математической физики и постановка задач математической физики.

Физические задачи, связанные с волновыми процессами. Процессы тепломассопереноса. Стационарные процессы. Понятие задачи математической физики.

Корректность по Адамару. Некорректные задачи и их регуляризация. Постановка начально-краевых и краевых задач.

Тема 3. Классификация уравнений и систем уравнений с частными производными.

Классификация и приведение к каноническому виду квазилинейных уравнений с двумя независимыми переменными. Классификация уравнений и систем уравнений в случае многих независимых переменных. Построение общих решений некоторых классов уравнений с частными производными. Метод Лапласа каскадного интегрирования.

Тема 4. Обобщенные функции.

Пространство D' . Дифференцирование обобщенных функций. Прямое произведение и свертка обобщенных функций. Пространство обобщенных функций медленного роста. Обобщенные решения дифференциальных уравнений. Пространства Соболева.

Тема 5. Интегральные уравнения Фредгольма.

Интегральные уравнения с непрерывным ядром. Повторные ядра. Резольвента. Уравнения Вольтерра. Уравнения с полярным ядром.

Интегральные уравнения с вырожденным ядром. Теоремы Фредгольма для уравнений с вырожденным ядром. Теоремы Фредгольма для уравнений с непрерывным ядром. Следствия из теоремы Фредгольма. Теоремы Фредгольма для уравнений с полярным ядром.

Интегральные уравнения с эрмитовым ядром. Теорема Гильберта—Шмидта для эрмитова непрерывного ядра. Билинейное разложение повторных ядер. Билинейное разложение эрмитова непрерывного ядра. Решение неоднородного уравнения с эрмитовым непрерывным ядром. Положительно определенные ядра. Распространение теории Гильберта—Шмидта на уравнения с эрмитовым полярным ядром. Теорема Ентча. Метод Келлога. Теорема Мерсера.

Тема 6. Метод разделения переменных. Задача Штурма—Лиувилля. Специальные функции

Полные и замкнутые системы функций. Метод разделения переменных для однородного уравнения. Задача Штурма—Лиувилля. Теорема Стеклова. Метод разделения переменных для неоднородного уравнения. Неоднородные граничные условия. Цилиндрические функции. Ортогональные многочлены.

Тема 7. Уравнения эллиптического типа.

Формулы Грина. Основные свойства гармонических функций. Свойства собственных значений и собственных функций эллиптического дифференциального оператора. Сведение задачи Штурма—Лиувилля к интегральному уравнению. Собственные значения и собственные функции задачи Штурма—Лиувилля. Функция Грина оператора Лапласа. Решение краевых задач в круге, вне круга, в кольце, в прямоугольнике. Метод конформных отображений.

Тема 8. Основы теории потенциала.

Объемный потенциал, поверхностные потенциалы. Поверхности Ляпунова. Метод односторонних интегральных уравнений решения краевых задач.

Тема 9. Начально-краевые задачи для параболических и гиперболических уравнений.

Постановка начально-краевых задач. Принцип максимума для уравнения теплопроводности. Теоремы существования, единственности и устойчивости решений начально-краевых задач. Задачи Коши. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности. Интеграл Пуассона. Формула Даламбера. Формула Пуассона. Метод спуска. Распространение волн в пространстве, на плоскости и на прямой.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы аспирантов по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа аспирантов 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 аспирантов включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы аспиранты 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 аспирантов 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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

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

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:

- 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 аспирантов, 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 аспирантам 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. Аспиранты получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении аспирантом 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 каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого аспиранта 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)

- <https://www.book.ru/> - ЭБС Book.ru
- <http://www.iprbookshop.ru> – ЭБС IPRbooks
- <https://ibooks.ru/> -ЭБС Айбукс.ru/ibooks.ru
- <https://rucont.ru/> - ЭБС «Национальный цифровой ресурс «Руконт»
- <http://znanium.com/> - ЭБС Znanium.com
- <https://dlib.eastview.com/>- База данных East View

9. Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины (модуля)

1. Лекции составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины и с учетом программы подготовки к сдаче кандидатского экзамена. В них кратко излагается содержание базовых тем дисциплины с целью помочь освоить материал и организовать самостоятельную работу в рамках освоения программы.

2. В методических рекомендациях дается план лекционных занятий, планы семинарских (практических) занятий, литература для рассмотрения тем и вопросы для самоконтроля. Данные методические рекомендации призваны помочь организовать и отрегулировать самостоятельную учебную деятельность аспирантов, изучающих Специальную дисциплину, направленную на подготовку к сдаче канд. экзамена по научной специальности 1.1.2 Дифференциальные уравнения и математическая физика.

3. В методических рекомендациях обозначены цели и задачи, общие положения о самостоятельной работе аспирантов, характеристика основных форм самостоятельной работы, конкретные методические рекомендации по каждой из форм.

4. Фонд оценочных материалов (средств) представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (вопросы для текущего контроля, задания для текущего контроля, вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета - 1-й семестр и кандидатского экзамена - 2-й семестр) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения аспирантами установленных результатов обучения. Использование материалов дает возможность аспирантам определить уровень знаний по дисциплине и степень сформированности компетенций.

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 аспирантов, 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).

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям аспирантов инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации аспирантами 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 аспирантов 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 аспирантов 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 аспирантом 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 аспирантов к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления аспиранта при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями по направлению подготовки 1.1.2 Дифференциальные уравнения и математическая физика (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951) и учебным планом по научной специальности 1.1.2 Дифференциальные уравнения и математическая физика.

Приложение 1
к рабочей программе «Специальная дисциплина, направленная на подготовку к сдаче
канд. экзамена по научной специальности 1.1.2 Дифференциальные уравнения и
математическая физика»

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Елабужский институт

Фонд оценочных средств по дисциплине

**Специальная дисциплина, направленная на подготовку к сдаче канд. экзамена по
научной специальности 1.1.2 Дифференциальные уравнения и математическая физика**

Направление (спец.): 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения: 2024

Оценочные средства текущего контроля успеваемости Контрольные вопросы и задания

1. Задача Коши. Теорема Ковалевской.
2. Интегрирование линейного однородного уравнения.
3. Решение задачи Коши для линейного однородного уравнения.
4. Интегрирование линейного неоднородного уравнения.
5. Решение задачи Коши для неоднородного уравнения.
6. Совместные системы дифференциальных уравнений
7. Уравнение Пфаффа.
8. Полный, общий и особый интегралы.
9. Метод Лагранжа—Шарпи.
10. Метод Коши.
11. Решение задачи Коши для нелинейных уравнений первого порядка.
12. Формулы Грина.
13. Теоремы Фредгольма.
14. Сведение задачи Штурма—Лиувилля к интегральному уравнению.
15. Собственные значения и собственные функции задачи Штурма—Лиувилля.
16. Цилиндрические функции.
17. Свойства гармонических функций.
18. Ньютонов потенциал.
19. Поверхности Ляпунова.
20. Разрыв потенциала двойного слоя.
21. Разрыв нормальной производной потенциала простого слоя.
22. Сведение задач Дирихле и Неймана к интегральным уравнениям Фредгольма

Письменная работа

Шкала оценивания для письменной работы:

Баллы	Степень удовлетворения критериям
«Отлично»	<p>1) Содержание работы в целом соответствует теме задания. В тексте отражены все особенности темы, предусмотренные заданием. Продемонстрировано знание теоретического материала, отсутствуют фактические ошибки.</p> <p>2) Продемонстрировано уверенное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (уместность употребления, аббревиатуры, толкование и т.д.), отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Показано умелое использование категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Продемонстрировано умение аргументировано излагать собственную точку зрения. Видно уверенное владение освоенным материалом, изложение сопровождается адекватными иллюстрациями (примерами) из практики.</p> <p>3) Работа четко структурирована и выстроена в заданной логике. Части работы логически взаимосвязаны. Отражена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы – аргументация – выводы. Объем работы укладывается в заданные рамки при сохранении смысла.</p> <p>4) Высокая степень самостоятельности, оригинальность в представлении материала: стилистические обороты, авторское графическое изложение материала, словарный запас.</p>

	Отсутствуют стилистические и орфографические ошибки в тексте. Работа выполнена аккуратно, без помарок и исправлений.
«Хорошо»	<p>1) Содержание работы в целом соответствует теме задания. Продемонстрировано знание теоретического материала, встречаются несущественные фактические ошибки.</p> <p>2) Продемонстрировано владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (уместность употребления, аббревиатуры, толкование и т.д.), отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Показано умелое использование категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Продемонстрировано умение аргументированно излагать собственную точку зрения, но аргументация не всегда убедительна. Изложение лишь отчасти сопровождается адекватными иллюстрациями (примерами) из практики.</p> <p>3) Работа в достаточной степени структурирована и выстроена в заданной логике без нарушений общего смысла. Части ответа логически взаимосвязаны. Отражена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы – аргументация – выводы. Объем работы незначительно превышает заданные рамки при сохранении смысла.</p> <p>4) Достаточная степень самостоятельности, оригинальность в представлении материала. Встречаются мелкие и не искажающие смысла ошибки в стилистике, отсутствие авторского графического изложения материал. Есть 1 –2 орфографические ошибки. Работа выполнена аккуратно, без помарок.</p>
«Удовлетворительно»	<p>1) Содержание работы в целом соответствует теме задания. Продемонстрировано удовлетворительное знание теоретического материала, есть фактические ошибки (25– 30%).</p> <p>2) Продемонстрировано достаточное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, есть ошибки в употреблении и трактовке терминов, расшифровке аббревиатур. Ошибки в использовании категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Нет собственной точки зрения либо она слабо аргументирована. Примеры, приведенные в работе в качестве практических иллюстраций, в малой степени соответствуют изложенным теоретическим аспектам.</p> <p>3) Работа плохо структурирована, нарушена заданная логика. Части работы логически разорваны, нет связей между ними. Ошибки в представлении логической структуры проблемы (задания): постановка проблемы – аргументация – выводы. Объем работы в существенной степени (на 25–30%) отклоняется от заданных рамок.</p> <p>4) Текст работы примерно наполовину представляет собой стандартные обороты и фразы из учебника/лекций. Обилие ошибок в стилистике, отсутствие графического изложения материала. Есть 3–5 орфографических ошибок. Работа выполнена не очень аккуратно, встречаются помарки и исправления.</p>
«Неудовлетворительно»	1) Содержание работы не соответствует теме задания или соответствует ему в очень малой степени. Продемонстрировано

крайне низкое (отрывочное) знание теоретического материала, много фактических ошибок – практически все факты (данные) либо искажены, либо неверны.

2) Продемонстрировано крайне слабое владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (неуместность употребления, неверные аббревиатуры, искаженное толкование и т.д.), присутствуют многочисленные ошибки в употреблении терминов. Показаны неверные ассоциативные взаимосвязи категорий и терминов дисциплины. Отсутствует изложение какой-либо точки зрения, нет собственной позиции. Отсутствуют примеры из практики либо они неадекватны.

3) Работа представляет собой сплошной текст без структурирования, нарушена заданная логика. Части работы не взаимосвязаны логически. Нарушена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы – аргументация – выводы. Объем работы более чем в 2 раза меньше или превышает заданный.

4) Текст работы представляет полную кальку текста учебника/лекций. Стилистические ошибки приводят к существенному искажению смысла. Большое число орфографических ошибок в тексте (более 10 на страницу). Работа выполнена неаккуратно, с обилием помарок и исправлений. В работе не указаны источники, либо нет ссылок на них.

Оценочные средства промежуточного контроля успеваемости

Примерные тесты к экзамену:

1. Общее решение уравнения $u_x + yu_y = 0$ имеет вид:

- A. $u(x, y) = x - \ln y + C$, где C – произвольная постоянная,
- B. $u(x, y) = F(x - \ln |y|)$, где $F(z)$ – произвольная дифференцируемая функция,
- C. $u(x, y) = F(x + \ln |y|)$, где $F(z)$ – произвольная дифференцируемая функция,
- D. $F(x - \ln |y| - u) = C$, где C – произвольная постоянная.

Правильный ответ: B

2. Частным решением уравнения $xu_x - yu_y = 0$, удовлетворяющим условию $u(x, 1) = x$, является функция:

- A. $u(x, y) = x + \ln y$,
- B. $u(x, y) = \frac{x}{y}$,
- C. $u(x, y) = xy$,
- D. $u(x, y) = x + y - 1$.

Правильный ответ: B

3. Какие из перечисленных функций являются решениями уравнения $\frac{1}{x}u_x + \frac{1}{y}u_y = 0$:

- A. $u(x, y) = \sin(x^2 - y^2)$,
- B. $u(x, y) = 2(x^2 - y^2) + 4$,
- C. $u(x, y) = \sqrt{x^2 - y^2} + x$,
- D. $u(x, y) = \frac{1}{\cos(x^2 + y^2) + 1}$.

Правильный ответ: A, B

4. Каким образом ввести новые независимые переменные $\xi = \xi(x, y)$, $\eta = \eta(x, y)$, чтобы уравнение $2u_x - u_y = 0$ можно было бы привести к каноническому виду $u_\eta = 0$?

- A. $\xi = x - 2y$, $\eta = y$,
- B. $\xi = x$, $\eta = x + 2y$,
- C. $\xi = x$, $\eta = 2y$,
- D. $\xi = x + 2y$, $\eta = x$.

Правильный ответ: D

5. Общее решение уравнения $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$ имеет вид (C_1 и C_2 - произвольные дифференцируемые функции):

- A. $u = yC_1(x) + C_2(y)$,
- B. $u = xC_1(x) + C_2(y)$,
- C. $u = xC_1(y) + C_2(y)$,
- D. $u = xC_1(y) + C_2(x, y)$.

Правильный ответ: C

6. Общее решение уравнения $\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{\partial u}{\partial y} = 0$ имеет вид (C_1 и C_2 - произвольные дифференцируемые функции):

- A. $u = e^{-x}C_1(y) + C_2(y)$,
- B. $u = e^{-x}C_1(x) + C_2(y)$,
- C. $u = e^{-y}C_1(y) + C_2(x)$,
- D. $u = e^{-x}C_1(y) + C_2(x)$.

Правильный ответ: D

7. Какой тип имеет уравнение $u_{xx} + 2u_{xy} + 3u_{yy} + 2u_x - u_y + u = 0$?

- A. Параболический.
- B. Гиперболический.
- C. Эллиптический.

Правильный ответ: C

8. При каких значениях параметра a уравнение $u_{xx} + 2u_{xy} + (a-1)u_{yy} + u_x + u_y + u = 0$ имеет параболический тип?

- A. $a = 0$.
- B. $a = 5$.
- C. $a = 2$.
- D. Ни при каких.

Правильный ответ: C

9. В каких точках плоскости уравнение $u_{xx} - 2xu_{xy} - (y^2 - 4)u_{yy} + yu_x - xu_y = 0$ имеет гиперболический тип?

- A. В любой точке плоскости.
- B. Вне круга с центром в начале координат радиусом 2.
- C. Внутри круга с центром в начале координат радиусом 2.
- D. Ни в одной точке плоскости.

Правильный ответ: B

10. С помощью какого преобразования независимых переменных уравнение $u_{xx} + 4u_{xy} + 13u_{yy} = 0$ приводится к каноническому виду?

- A. $\xi = 2x + y, \quad \eta = 3x$.
- B. $\xi = 2x + y, \quad \eta = x$.
- C. $\xi = 2x + y, \quad \eta = -3x$.
- D. $\xi = 2x - y, \quad \eta = 3x$.

Правильный ответ: D

11. Какой тип имеет уравнение $u_t = a^2 u_{xx} + f(x, t)$?

- A. Параболический.
- B. Гиперболический.
- C. Эллиптический.

Правильный ответ: B

12. Какой тип имеет уравнение $u_t = a^2 u_{xx} + f(x, t)$?

- А. Параболический.
- В. Гиперболический.
- С. Эллиптический.

Правильный ответ: А

13. Какой тип имеет уравнение $u_{xx} + u_{yy} = f(x, y)$?

- А. Параболический.
- В. Гиперболический.
- С. Эллиптический.

Правильный ответ: С

14. Какое название соответствует уравнению $u_{tt} = a^2 u_{xx} + f(x, t)$?

- А. Уравнение теплопроводности.
- В. Волновое уравнение.
- С. Уравнение Лапласа.
- Д. Уравнение Пуассона.

Правильный ответ: В

15. Какое название соответствует уравнению $u_t = a^2 u_{xx} + f(x, t)$?

- А. Уравнение теплопроводности.
- В. Волновое уравнение.
- С. Уравнение Лапласа.
- Д. Уравнение Пуассона.

Правильный ответ: А

16. Какое название соответствует уравнению $u_{xx} + u_{yy} = 0$?

- А. Уравнение теплопроводности.
- В. Волновое уравнение.
- С. Уравнение Лапласа.
- Д. Уравнение Пуассона.

Правильный ответ: С

17. Какое название соответствует уравнению $u_{xx} + u_{yy} = f(x, y)$?

- А. Уравнение теплопроводности.
- В. Волновое уравнение.
- С. Уравнение Лапласа.
- Д. Уравнение Пуассона.

Правильный ответ: Д

18. Уравнения какого типа имеют следующий канонический вид $u_{\xi\xi} + u_{\eta\eta} = F(\xi, \eta, u, u_\xi, u_\eta)$?

- А. Параболический.
- В. Гиперболический.
- С. Эллиптический.

Правильный ответ: С

19. Уравнения какого типа имеют следующий канонический вид $u_{\xi\eta} = F(\xi, \eta, u, u_{\xi}, u_{\eta})$?

- А. Параболический.
- В. Гиперболический.
- С. Эллиптический.

Правильный ответ: В

20. Уравнения какого типа имеют следующий канонический вид $u_{\eta\eta} = F(\xi, \eta, u, u_{\xi}, u_{\eta})$?

- А. Параболический.
- В. Гиперболический.
- С. Эллиптический.

Правильный ответ: А

21. Какой канонический вид имеет уравнение $u_{xx} + 2u_{xy} + 2u_{yy} = 0$?

- А. $u_{\xi\eta} = 0$.
- В. $u_{\xi\xi} + u_{\eta\eta} = 0$.
- С. $u_{\xi\xi} = 0$.
- Д. $u_{\xi\xi} + u_{\eta\eta} = 0$.

Правильный ответ: В

22. Решение какой краевой задачи в области $D = \{(x, t) : x \in R, t > 0\}$ представимо формулой Даламбера $u(x, t) = \frac{\varphi(x - at) + \varphi(x + at)}{2} + \frac{1}{2a} \int_{x-at}^{x+at} \psi(z) dz$?

- А. $u_{tt} = a^2 u_{xx} + \varphi(x)$, $u(x, 0) = \varphi(x)$.
- В. $u_{tt} = a^2 u_{xx}$, $u(x, 0) = \varphi(x)$, $u_t(x, 0) = \psi(x)$.
- С. $u_{tt} = a^2 u_{xx}$, $u(x, 0) = \varphi(x)$, $u_t(x, 0) = \varphi(x)$.
- Д. $u_{tt} = a^2 u_{xx}$, $u(0, t) = \varphi(t)$, $u(l, t) = \psi(t)$.

Правильный ответ: В

23. Какому условию удовлетворяет функция, представимая с помощью формулы Даламбера

$$u(x, t) = \frac{\varphi(x - at) + \varphi(x + at)}{2} + \frac{1}{2a} \int_{x-at}^{x+at} \psi(z) dz, \text{ если функции } \varphi(x) \text{ и } \psi(x) \text{ являются нечетными?}$$

- А. $u(0, t) = 0$.
- В. $u_x(0, t) = 0$.
- С. $u(0, t) = u_x(0, t) = 0$.
- Д. $u_x(0, t) - u(0, t) = 0$.

Правильный ответ: А

24. Какому условию удовлетворяет функция, представимая с помощью формулы Даламбера

$$u(x, t) = \frac{\varphi(x - at) + \varphi(x + at)}{2} + \frac{1}{2a} \int_{x-at}^{x+at} \psi(z) dz, \text{ если функции } \varphi(x) \text{ и } \psi(x) \text{ являются четными?}$$

- A. $u(0, t) = 0$.
- B. $u_x(0, t) = 0$.
- C. $u(0, t) = u_x(0, t) = 0$.
- D. $u_x(0, t) - u(0, t) = 0$.

Правильный ответ: B

Примерные вопросы к экзамену:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Елабужский институт

Направление (науч. спец.): 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика

Дисциплина: Дифференциальные уравнения и математическая физика

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. . Полный, общий и особый интегралы уравнения в частных производных первого порядка. Метод Лагранжа—Шарпи. Решение задачи Коши по известному полному интегралу. Метод Коши интегрирования уравнений с частными производными.
 2. Метод интегральных уравнений решения краевых задач.
-

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Елабужский институт

Направление (науч. спец.): 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика

Дисциплина: Дифференциальные уравнения и математическая физика.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2

1. Физические задачи, связанные с волновыми процессами. Процессы тепломассопереноса. Стационарные процессы.
 2. Объемный потенциал, поверхностные потенциалы.
-

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Елабужский институт

Направление (науч. спец.): 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика

Дисциплина: Дифференциальные уравнения и математическая физика

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №3

1. Понятие задачи математической физики. Корректность по Адамару. Некорректные задачи и их регуляризация.

2. Сведение задачи Штурма—Лиувилля к интегральному уравнению. Собственные значения и собственные функции задачи Штурма—Лиувилля.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Елабужский институт

Направление (науч. спец.): 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика

Дисциплина: Дифференциальные уравнения и математическая физика.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №4

1. Классификация и приведение к каноническому виду квазилинейных уравнений с двумя независимыми переменными. Классификация уравнений и систем уравнений в случае многих независимых переменных.

2. Задача Коши для волнового уравнения. Формула Даламбера. Формула Пуассона. Метод спуска. Распространение волн в пространстве, на плоскости и на прямой.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Елабужский институт

Направление (науч. спец.): 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика

Дисциплина: Дифференциальные уравнения и математическая физика.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №5

1. Теорема Ковалевской. Интегрирование линейного однородного уравнения. Решение задачи Коши для линейного однородного уравнения. Интегрирование линейного неоднородного уравнения. Задача Коши для линейного неоднородного уравнения.

2. Задача Коши для уравнения теплопроводности. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности. Интеграл Пуассона.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Елабужский институт

Направление (науч. спец.): 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика

Дисциплина: Дифференциальные уравнения и математическая физика

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №6

1. Пространство D' . Дифференцирование обобщенных функций. Прямое произведение и свертка обобщенных функций.

2. Постановка начально-краевых задач для параболических уравнений. Принцип максимума для уравнения теплопроводности. Теоремы существования, единственности и устойчивости решений начально-краевых задач для параболических уравнений.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Елабужский институт

Направление (науч. спец.): 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика

Дисциплина: Дифференциальные уравнения и математическая физика.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №7

1. Обобщенные решения дифференциальных уравнений\

2. Функция Грина оператора Лапласа.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Елабужский институт

Направление (науч. спец.): 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика

Дисциплина: Дифференциальные уравнения и математическая физика.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №8

1. Теоремы Фредгольма для уравнений с непрерывным ядром. Следствия из теорем Фредгольма.

2. Пространства Соболева.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Елабужский институт

Направление (науч. спец.): 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика

Дисциплина: Дифференциальные уравнения и математическая физика.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №9

1. Интегральные уравнения с эрмитовым ядром. Теорема Гильберта—Шмидта для эрмитова непрерывного ядра. Решение неоднородного уравнения с эрмитовым непрерывным ядром.
2. Пространство обобщенных функций медленного роста.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Елабужский институт

Направление (науч. спец.): 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика

Дисциплина: Дифференциальные уравнения и математическая физика.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №10

1. Задача Штурма—Лиувилля.
2. Полные и замкнутые системы функций. Метод разделения переменных для однородного уравнения.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Елабужский институт

Направление (науч. спец.): 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика

Дисциплина: Дифференциальные уравнения и математическая физика.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №11

1. Цилиндрические функции. Ортогональные многочлены.
 2. Построение общих решений некоторых классов уравнений с частными производными. Метод Лапласа каскадного интегрирования.
-

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Елабужский институт

Направление (науч. спец.): 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика

Дисциплина: Дифференциальные уравнения и математическая физика.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №12

1. Формулы Грина. Основные свойства гармонических функций.
 2. Метод разделения переменных для неоднородного уравнения. Неоднородные граничные условия.
-

Критерии оценки для проведения экзамена по дисциплине

Уровень знаний оценивается на:

«отлично», если экзаменуемый свободно, четко и правильно раскрыл содержание вопросов, знаком с рекомендованной литературой, обладает навыками методологического анализа, умением связывать теоретические положения с жизненными явлениями, со своей специальностью;

«хорошо» в случае уверенного знания по поставленным вопросам билета, умения аргументировано ответить на большинство дополнительных вопросов преподавателя; однако в ответах присутствуют некоторые неточности, проявляется недостаточное знакомство с дополнительной литературой;

«удовлетворительно», когда экзаменуемый обладает знанием основ курса, может последовательно их изложить; знания характеризуются недостаточной полнотой, неустойчивостью, допускаются несущественные ошибки в изложении;

«неудовлетворительно», если экзаменуемый не раскрыл вопросы билета, допустил существенные ошибки, затрудняется в ответах на дополнительные вопросы преподавателя.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания по дисциплине

Общая процедура оценивания

1. Процедура оценивания результатов освоения программы дисциплины включает в себя оценку уровня сформированности общекультурных и профессиональных компетенций аспиранта, уровней обученности: «знать», «уметь», «владеть».

2. При сдаче экзамена:

– профессиональные знания аспиранта могут проверяться при ответе на теоретические вопросы, при выполнении тестовых заданий, практических работ;

– степень владения профессиональными умениями, уровень сформированности компетенций (элементов компетенций) – при решении ситуационных задач, выполнении практических работ и других заданий.

3. Результаты промежуточной аттестации фиксируются в баллах. Общее количество баллов складывается из следующего:

- до 60% от общей оценки за выполнение практических заданий,
- до 30% оценки за ответы на теоретические вопросы,
- до 10% оценки за ответы на дополнительные вопросы.

Примерная тематика научно-исследовательских проектов (рефератов)

1. Свертка и преобразование Фурье.
2. Обобщенное решение задачи Дирихле.
3. Собственные значения и собственные функции оператора Лапласа.
4. Свойства потенциалов и их вычисление.
5. Метод Римана.
6. Функция Грина оператора Лапласа.
7. Интегральное представление цилиндрических функций.
8. Краевые задачи для уравнения Гельмгольца.
9. Классические ортогональные полиномы.
10. Математическое моделирование диффузионных процессов переноса.
11. Интегральное уравнение Фредгольма первого рода как некорректно поставленная задача.
12. Нелинейные уравнения математической физики.

Методические рекомендации

Обязательной формой подготовки соискателей к сдаче кандидатского экзамена является реферат по «Строительные конструкции, здания и сооружения». Тему реферата соискатель выбирает самостоятельно, но с учетом пожелания своего научного руководителя. Выбор темы должен быть обдуманным и должен отвечать личным научным интересам аспиранта. Тема должна быть актуальной, из области истории науки и соответствовать истории той науки, по которой соискатель собирается защищать свою диссертацию. Поощряются рефераты, содержание которых не ограничивается сугубо историческим повествованием, а включает в себя философско-методологические обобщения. Работа должна содержать зачатки важной теоретической проблемы по истории науки в рамках научной специальности подготовки аспирантов, по которой аспирант проходит обучение.

При написании реферата автор должен изучить необходимую литературу, разобраться в имеющихся точках зрения, сопоставить их, после чего или их систематизировать, или присоединиться к одной из изложенных в литературе, или кратко изложить собственную. Работа с литературой предусматривает изучение первоисточников, методической литературы, периодических философских и науковедческих изданий, научных исследований; отбор и анализ содержащихся в научной литературе фактов, положений и выводов; группировка отобранного материала. Аспирант ведет самостоятельный поиск литературы в справочно-библиографическом отделе библиотеки, а также при необходимости в сети Internet.

После ознакомления с литературой аспирант составляет план реферата. План – это схематически записанная совокупность коротко сформулированных мыслей-заголовков. Это своеобразный логико-методологический скелет произведения. Правильно построенный план реферата служит организующим началом в работе, помогает систематизировать материал, обеспечивает последовательность его изложения. По форме членения планы могут быть подразделены на простые и сложные. Составляется он обычно по историческому или проблемно-логическому принципу. Первый предполагает рассмотрение того или иного явления в его историческом развитии (от прошлого – к настоящему), второй – изучение нескольких явлений (проблем) и логико-методологических и теоретических связей между ними. Возможно сочетание обоих подходов с применением проблемно-исторического принципа раскрытия темы. Все пункты плана должны быть дословно повторены в тексте реферата в качестве заголовков разделов. По мере накопления материала план может быть в дальнейшем уточнен, дополнен и изменен. Окончательный вариант плана составляется, когда круг источников по теме определен наиболее полно.

Проанализировав прочитанное и отбросив второстепенное, следует сжато, в виде тезисов сформулировать основные смысловые блоки и записать их содержание своими словами. Возникающие по ходу работы собственные суждения и оценки также нужно записывать, но

лучше их записывать на свободном поле листа конспекта, выделяя другим цветом или помещая в квадратные скобки, чтобы не спутать с конспектируемым текстом.

Полученный в результате работы с литературой и источниками материал, как правило, превышает необходимый объем реферата. В дальнейшем аспиранту предстоит сконструировать из наработанного конечный вариант реферата.

Не рекомендуется в реферате ставить предельно широкие проблемы (даже если они так сформулированы в примерной тематике рефератов), что неминуемо приведет работу к нежелательному схематизму, поверхностности. Целесообразно исследовать какой-либо аспект выбранной проблемы со всей возможной глубиной и обстоятельностью. Это будет соответствовать основной задаче экзамена по курсу «История и философия науки» и способствовать сознательному *выбору методологии научного исследования* при написании кандидатской диссертации. Повествование ведется от третьего лица. Например: «Целью нашего исследования является...». «В процессе написания реферата мы пришли к следующим выводам...».

Реферат должен содержать следующие структурные компоненты:

Титульный лист. Он оформляется печатным шрифтом или набранным на компьютере и содержит в себе информацию: название учебного заведения, кафедры, темы работы, фамилию и инициалы аспиранта, фамилию, инициалы и ученые академические звания научного руководителя, название города и год написания работы. Титульный лист реферата подписывается автором. Научный руководитель пишет краткий отзыв на рецензируемую работу, который обязательно подписывает. Отзыв должен содержать вывод (зачтено или не зачтено). Зачет по реферату означает допуск к экзамену по «Строительные конструкции, здания и сооружения».

Оглавление. В оглавление должны быть указаны основные разделы реферата (главы), а в необходимых случаях и подразделы (параграфы). Все пункты плана сопровождаются указанием на соответствующие страницы работы.

Введение. Во введении должна быть обоснована актуальность темы, поставлены цели и задачи исследования, а также должно быть указано, с использованием каких материалов выполнена работа, здесь дается краткая характеристика использованной литературы, где демонстрируется полнота освещения избранной темы. Объем введения 1-1,5 страницы.

Основная часть. В этой части работы полно и логически последовательно раскрывается тема реферата. Этот раздел должен быть поделен на главы, которые, в свою очередь, могут делиться на параграфы. Каждый раздел рекомендуется заканчивать кратким выводом. Все главы должны быть сопоставимы друг с другом по объему и не должны превышать 10 страниц.

Заключение. В заключении сводятся воедино выводы, сделанные ранее по каждой главе или параграфу, и оно содержит, таким образом, общие выводы автора по изучаемому вопросу. Написание выводов - ответственный этап работы. Требуется, чтобы они не носили общего характера, а были краткими, конкретными, аргументированными. Так же в заключении дается авторская оценка и говорится о перспективах развития проблемы. Здесь не допускается повторение содержания введения и основной части реферата. Заключение, как правило, не должно превышать 1-1,5 страниц.

Список литературы. Дается в соответствии с основными правилами библиографического описания и в порядке цитирования. Список научной литературы должен включать не менее 30 источников, строго соответствующих теме реферата. Все включенные в список работы приводятся с указанием места и года выпуска, причем должны быть работы двух-трех последних годов издания.

Основные требования к оформлению реферата

Реферат печатается с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги формата А4. Текст работы должен быть набран в текстовом редакторе Microsoft Word шрифтом Times New Roman (14 пунктов) через 1,5 интервала. Текст работы печатается с соблюдением следующих размеров полей: верхнее - 1,5 см, нижнее - 2 см, левое - 3 см, правое - 1,5 см.

Для акцентирования внимания на определенных терминах, важных моментах,

специфических особенностях, содержащихся в работе, аспирант может использовать шрифты разной гарнитуры (полужирный, курсив), подчеркивание и т.п. Заголовки структурных компонентов работы печатаются заглавными буквами симметрично тексту (оглавление, введение); они выделяются жирным шрифтом без изменения размера и типа шрифта; заголовок главы, параграфа не должен быть последней строкой на странице; названия глав и параграфов располагаются посередине строчки, в которой они находятся; заголовки глав и параграфов пишутся без кавычек; после заголовков глав и параграфов никакие знаки препинания не ставятся.

Все страницы работы (за исключением титульного листа) должны быть пронумерованы в правом верхнем углу без точки в конце. При этом первой страницей является титульный лист, включаемый в общую нумерацию страниц. Каждая глава, введение, заключение, оглавление, список литературы начинаются с новой страницы. В случае цитирования материала, перефразирования отдельных положений необходимо сделать подстрочную ссылку на источник. Объем реферата должен быть не менее 20-25 страниц (но не превышать 35-40 страниц).

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление (спец.): 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения: 2024

Литература

1. Абдрахманов, В. Г. Уравнения математической физики: теория и практика [Электронный ресурс]: учебное пособие / сост. В.Г. Абдрахманов, Г. Т. Булгакова. — 2-е изд., стер. — Москва: ФЛИНТА, 2019. — 338 с. - ISBN 978-5-9765-1988-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1047468> (дата обращения: 26.02.2024). — Режим доступа: по подписке.
2. Белопольская, Я. И. Стохастические дифференциальные уравнения. Приложения к задачам математической физики и финансовой математики / Я. И. Белопольская. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 308 с. — ISBN 978-5-507-47129-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/330497> (дата обращения: 10.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Васильева, А. Б. Интегральные уравнения : учебник / А. Б. Васильева, Н. А. Тихонов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-0911-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210230> (дата обращения: 26.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Демидович, Б. П. Дифференциальные уравнения: учебное пособие для вузов / Б. П. Демидович, В. П. Моденов. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-9441-5. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195426> (дата обращения: 10.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Деревич, И. В. Практикум по уравнениям математической физики: учебное пособие / И. В. Деревич. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 428 с. — ISBN 978-5-8114-2601-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212843> (дата обращения: 26.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. 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: 26.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Карчевский, М. М. Уравнения математической физики. Дополнительные главы : учебное пособие / М. М. Карчевский, М. Ф. Павлова. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2022.

— 276 с. — ISBN 978-5-8114-2133-6. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212288> (дата обращения: 26.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Меграбов, А. Г. Дифференциальные инварианты группы эквивалентности и их приложения : монография / А. Г. Меграбов. — Новосибирск: НГТУ, 2022. — 482 с. — ISBN 978-5-7782-4679-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/306185> (дата обращения: 10.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Степучев, В. Г. Дифференциальные уравнения в частных производных : учебник для вузов / В. Г. Степучев. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 144 с. — ISBN 978-5-8114-7562-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169798> (дата обращения: 10.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

Направление (спец.): 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения: 2024

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

Microsoft Windows 10, Microsoft Office, Chrome, Firefox, Adobe Acrobat reader, Microsoft Teams. Visual Studio Express Edition, Lazarus 1.6, IntelliJ IDEA 2016.1 Community Edition, Python 3.5.1, CodeBlocks 16.01.

Доступ в Интернет и ЭИОС КФУ.

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.