

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине**

Уравнения математической физики

название дисциплины

для студентов направления подготовки

03.03.02 Физика

код и название [специальности/направления подготовки]

образовательная программа

Ядерно-физические технологии в медицине

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Уравнения математической физики» и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Уравнения математической физики» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной дисциплины.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности; применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	З-ОПК-1 Знать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-ОПК-1 Уметь использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования В-ОПК-1 Владеть навыками использования основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП бакалавриата

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент

осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;

- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см. РПД).

1.3. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 5 семестр			
1.	Классификация уравнений с частными производными	З-УКЕ-1; У- УКЕ-1; В- УКЕ-1 З-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1	Контрольная работа №1,
2.	Уравнения гиперболического типа		
3.	Уравнения параболического типа		Контрольная работа №2
4.	Уравнения эллиптического типа		
Промежуточная аттестация, 5 семестр			
	Экзамен	З-УКЕ-1; У- УКЕ-1; В- УКЕ-1 З-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1	Экзаменационный билет

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
Высокий <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено
Пороговый <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
Ниже порогового	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Зачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
высокий	высокий	высокий
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	продвинутый	продвинутый
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
пороговый	пороговый	пороговый
ниже порогового	пороговый	ниже порогового
	ниже порогового	-

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
- Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
- Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:
 - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
 - контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
Текущая аттестация	1-16	36 - 60% от максимума	60
Контрольная точка № 1	7-8	18 (60% от 30)	30
Контрольная работа №1	8	18	30
Контрольная точка № 2	15-16	18 (60% от 30)	30
Контрольная работа №2	15	18	30
Промежуточная аттестация	-	24 – (60% 40)	40

Экзамен	-		
Вопрос 1	-	12	20
Вопрос 2	-	12	20
ИТОГО по дисциплине		60	100

* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

ФОРМА ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки	14.03.02 Ядерные физика и технологии
Образовательная программа	«Инновационные ядерные технологии»
Дисциплина	<u>Уравнения математической физики</u>

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Уравнение малых поперечных колебаний струны (вывод).
2. Задача Дирихле для круга. Метод Фурье.

Составитель

(подпись)

Г.Е. Деев

Руководитель ОП

(подпись)

В.Л. Шаблов

«28» августа 2020 г.

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки	14.03.02 Ядерные физика и технологии
Образовательная программа	«Инновационные ядерные технологии»
Дисциплина	<u>Уравнения математической физики</u>

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Приведение к каноническому виду уравнений с частными производными второго порядка с двумя независимыми переменными.
2. Приведение к каноническому виду уравнений с частными производными второго порядка со многими независимыми переменными.
3. Уравнение малых поперечных колебаний струны (вывод).
4. Постановка краевых задач для уравнения колебаний струны.
5. Первая краевая задача для уравнения колебаний струны. Однородное уравнение.
6. Первая краевая задача для уравнения колебаний струны. Неоднородное уравнение.
7. Общая первая краевая задача для уравнения колебаний струны. Метод редукции.
8. Единственность решения первой краевой задачи для уравнения колебаний струны.
9. Задача для бесконечной струны. Однородное уравнение. Формула Даламбера.
10. Устойчивость решения задачи для бесконечной струны.
11. Корректность задач математической физики. Пример Адамара.
12. Задача для полуограниченной струны. Метод продолжения.
13. Уравнения гидродинамики.
14. Уравнения акустики.
15. Представление решения волнового уравнения.
16. Распространение возмущений в пространстве. Формула Пуассона.
17. Уравнение теплопроводности и диффузии (вывод).
18. Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности и диффузии.
19. Первая краевая задача для уравнения теплопроводности. Однородное уравнение.
20. Первая краевая задача для уравнения теплопроводности. Неоднородное уравнение.
21. Общая первая краевая задача для уравнения теплопроводности. Метод редукции.
22. Принцип максимального значения для решения уравнения теплопроводности.
23. Единственность и устойчивость решения первой краевой задачи для уравнения теплопроводности.
24. Задача для уравнения теплопроводности на бесконечной прямой. Функция точечного источника.
25. Единственность решения задачи для уравнения теплопроводности на бесконечной прямой.
26. Задача для уравнения теплопроводности на полуограниченной прямой. Метод продолжения.
27. Уравнение теплопроводности и диффузии в пространстве (вывод).
28. Уравнение Лапласа и Пуассона. Задачи, приводящие к уравнениям Лапласа и Пуассона. Гармонические функции.
29. Постановка краевых задач для уравнения Лапласа.

Фундаментальное решение уравнения Лапласа.

30. Первое и второе свойства гармонических функций.

31. Принцип максимального значения для гармонических функций.

32. Единственность и устойчивость решения задачи Дирихле.

33. Задача Дирихле для круга. Метод Фурье.

34. Функция точечного источника для уравнения Лапласа.

35. Функция точечного источника для сферы.

36. Решение интегрального уравнения Фредгольма 2-го рода. Метод последовательных приближений.

37. Повторные ядра. Резольвента ядра.

38. Теоремы Фредгольма для интегральных уравнений Фредгольма 2-го рода с вырожденными ядрами.

39. Теоремы Фредгольма для интегральных уравнений Фредгольма 2-го рода с непрерывными ядрами.

40. Существование и единственность решения интегрального уравнения Вольтерра.

41. Теорема Гильберта-Шмидта.

42. Существование характеристического числа эрмитова непрерывного ядра.

43. Билинейное разложение эрмитова непрерывного ядра.

Критерии оценки:

- уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий и задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

Описание шкалы оценивания:

Оценка	Критерии оценки
36-40	Студент должен: <ul style="list-style-type: none">- продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала;- исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал;- правильно формулировать определения;- продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой;- уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
30-35	Студент должен: <ul style="list-style-type: none">- продемонстрировать достаточно полное знание программного материала;- продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал;- продемонстрировать умение ориентироваться в литературе;- уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
24-29	Студент должен: <ul style="list-style-type: none">- продемонстрировать общее знание изучаемого материала;- показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;- уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;- знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
23 и меньше	Студент демонстрирует: <ul style="list-style-type: none">- незнание значительной части программного материала;- не владение понятийным аппаратом дисциплины;

	<ul style="list-style-type: none"> - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки	14.03.02 Ядерные физика и технологии
Образовательная программа	«Инновационные ядерные технологии»
Дисциплина	<u>Уравнения математической физики</u>

Комплект заданий для контрольных работ

Комплект заданий для контрольной работы №1

Вариант 1

1. Методом разделения переменных решить задачу для ограниченной струны:

$$u_{tt} = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 2x + 2, \quad u_t(x, 0) = 0, \quad u(0, t) = 2, \quad u(1, t) = 5 \cdot t + 4$$

2. Решить задачу Коши для бесконечной струны:

$$u_{tt} = 4u_{xx}, \quad (-\infty < x < \infty, t > 0), \quad u(x, 0) = x^2, \quad u_t(x, 0) = x$$

Вариант 2

1. Методом разделения переменных решить задачу для ограниченной струны:

$$u_{tt} = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = x + 2, \quad u_t(x, 0) = 0, \quad u(0, t) = 2, \quad u(1, t) = -2 \cdot t + 3$$

2. Решить задачу Коши для бесконечной струны:

$$u_{tt} = u_{xx}, \quad (-\infty < x < \infty, t > 0), \quad u(x, 0) = \sin x, \quad u_t(x, 0) = \cos x$$

Вариант 3

1. Методом разделения переменных решить задачу для ограниченной струны:

$$u_{tt} = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 4x + 1, \quad u_t(x, 0) = 0, \quad u(0, t) = 1, \quad u(1, t) = -t + 5$$

2. Решить задачу Коши для бесконечной струны:

$$u_{tt} = u_{xx}, \quad (-\infty < x < \infty, t > 0), \quad u(x, 0) = x, \quad u_t(x, 0) = \sin x$$

Вариант 4

1. Методом разделения переменных решить задачу для ограниченной струны:

$$u_{tt} = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 3x + 1, \quad u_t(x, 0) = 0, \quad u(0, t) = 1, \quad u(1, t) = 2 \cdot t + 3$$

2. Решить задачу Коши для бесконечной струны:

$$u_{tt} = u_{xx}, \quad (-\infty < x < \infty, t > 0), \quad u(x, 0) = \sin 2x, \quad u_t(x, 0) = \cos 2x$$

Вариант 5

1. Методом разделения переменных решить задачу для ограниченной струны:

$$u_{tt} = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 5x + 1, \quad u_t(x, 0) = 0, \quad u(0, t) = 1, \quad u(1, t) = 7 \cdot t + 6$$

2. Решить задачу Коши для бесконечной струны:

$$u_{tt} = u_{xx}, \quad (-\infty < x < \infty, t > 0), \quad u(x, 0) = 0, \quad u_t(x, 0) = \cos 6x$$

Вариант 6

1. Методом разделения переменных решить задачу для ограниченной струны:

$$u_{tt} = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 4x + 1, \quad u_t(x, 0) = 0, \quad u(0, t) = 1, \quad u(1, t) = 3 \cdot t + 5$$

2. Решить задачу Коши для бесконечной струны:

$$u_{tt} = u_{xx}, \quad (-\infty < x < \infty, t > 0), \quad u(x, 0) = 2x^2, \quad u_t(x, 0) = 6x$$

Вариант 7

1. Методом разделения переменных решить задачу для ограниченной струны:

$$u_{tt} = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 4x + 2, \quad u_t(x, 0) = x, \quad u(0, t) = 2, \quad u(1, t) = 3 \cdot t + 5$$

2. Решить задачу Коши для бесконечной струны:

$$u_{tt} = u_{xx}, \quad (-\infty < x < \infty, t > 0), \quad u(x, 0) = 4x^2, \quad u_t(x, 0) = 2x$$

Вариант 8

1. Методом разделения переменных решить задачу для ограниченной струны:

$$u_{tt} = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 5x + 2, \quad u_t(x, 0) = 1 - x, \quad u(0, t) = 2, \quad u(1, t) = 7 \cdot t + 6$$

2. Решить задачу Коши для бесконечной струны:

$$u_{tt} = u_{xx}, \quad (-\infty < x < \infty, t > 0), \quad u(x, 0) = 2x, \quad u_t(x, 0) = \cos 3x$$

Вариант 9

1. Методом разделения переменных решить задачу для ограниченной струны:

$$u_{tt} = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 3x + 3, \quad u_t(x, 0) = 3x + 1, \quad u(0, t) = 3, \quad u(1, t) = 2 \cdot t + 3$$

2. Решить задачу Коши для бесконечной струны:

$$u_{tt} = u_{xx}, \quad (-\infty < x < \infty, t > 0), \quad u(x, 0) = \sin 4x, \quad u_t(x, 0) = \cos 4x$$

Вариант 10

1. Методом разделения переменных решить задачу для ограниченной струны:

$$u_{tt} = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 4x + 1, \quad u_t(x, 0) = 2x + 1, \quad u(0, t) = 1, \quad u(1, t) = -t + 5$$

2. Решить задачу Коши для бесконечной струны:

$$u_{tt} = u_{xx}, \quad (-\infty < x < \infty, t > 0), \quad u(x, 0) = 4x, \quad u_t(x, 0) = \sin 4x$$

Вариант 11

1. Методом разделения переменных решить задачу для ограниченной струны:

$$u_{tt} = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = x + 3, \quad u_t(x, 0) = 4x + 1, \quad u(0, t) = 3, \quad u(1, t) = -2 \cdot t + 3$$

2. Решить задачу Коши для бесконечной струны:

$$u_{tt} = u_{xx}, \quad (-\infty < x < \infty, t > 0), \quad u(x, 0) = x^2, \quad u_t(x, 0) = \cos x$$

Вариант 12

1. Методом разделения переменных решить задачу для ограниченной струны:

$$u_{tt} = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = x + 5, \quad u_t(x, 0) = 2x + 1, \quad u(0, t) = 5, \quad u(1, t) = -2 \cdot t + 6$$

2. Решить задачу Коши для бесконечной струны:

$$u_{tt} = u_{xx}, \quad (-\infty < x < \infty, t > 0), \quad u(x, 0) = \sin x, \quad u_t(x, 0) = 3x$$

Вариант 13

1. Методом разделения переменных решить задачу для ограниченной струны:

$$u_{tt} = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 4x + 3, \quad u_t(x, 0) = 0, \quad u(0, t) = -t + 3, \quad u(1, t) = 7$$

2. Решить задачу для полуограниченной струны:

$$u_{tt} = u_{xx}, \quad (0 < x < \infty, t > 0), \quad u(0, t) = 0, \quad u(x, 0) = x^2, \quad u_t(x, 0) = x$$

Вариант 14

1. Методом разделения переменных решить задачу для ограниченной струны:

$$u_{tt} = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 7x + 1, \quad u_t(x, 0) = 0, \quad u(0, t) = -4 \cdot t + 1, \quad u(1, t) = 8$$

2. Решить задачу для полуограниченной струны:

$$u_{tt} = u_{xx}, \quad (0 < x < \infty, t > 0), \quad u(0, t) = 0, \quad u(x, 0) = \sin 2x, \quad u_t(x, 0) = x$$

Вариант 15

1. Методом разделения переменных решить задачу для ограниченной струны:

$$u_{tt} = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 8x + 1, \quad u_t(x, 0) = 0, \quad u(0, t) = 6 \cdot t + 1, \quad u(1, t) = 9$$

2. Решить задачу для полуограниченной струны:

$$u_{tt} = u_{xx}, \quad (0 < x < \infty, t > 0), \quad u(0, t) = 0, \quad u(x, 0) = \sin 3x, \quad u_t(x, 0) = \cos 3x$$

Вариант 16

1. Методом разделения переменных решить задачу для ограниченной струны:

$$u_{tt} = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = x + 10, \quad u_t(x, 0) = 0, \quad u(0, t) = 6 \cdot t + 10, \quad u(1, t) = 11$$

2. Решить задачу для полуограниченной струны:

$$u_{tt} = u_{xx}, \quad (0 < x < \infty, t > 0), \quad u(0, t) = 0, \quad u(x, 0) = 0, \quad u_t(x, 0) = \cos 3x$$

Комплект заданий для контрольной работы №2

Вариант 1

1. Решить задачу для уравнения теплопроводности:

$$u_t = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 2x + 2, \quad u(0, t) = 2, \quad u(1, t) = 5$$

2. Найти решение уравнения Лапласа в прямоугольнике $0 < x < a, 0 < y < b$, если на границе этого прямоугольника выполнены условия:

$$u(0, y) = u_1, \quad u(a, y) = 0, \quad u(x, 0) = B \sin \frac{\pi x}{a}, \quad u(x, b) = 0.$$

Вариант 2

1. Решить задачу для уравнения теплопроводности:

$$u_t = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 4x + 3, \quad u(0, t) = 3, \quad u(1, t) = 6$$

2. Найти решение уравнения Лапласа в прямоугольнике $0 < x < a, 0 < y < b$, если на границе этого прямоугольника выполнены условия:

$$u(0, y) = u_1, \quad u(a, y) = 0, \quad u(x, 0) = u_2, \quad u(x, b) = u_3.$$

Вариант 3

1. Решить задачу для уравнения теплопроводности:

$$u_t = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 5x + 4, \quad u(0, t) = 4, \quad u(1, t) = 7$$

2. Найти решение уравнения Лапласа в прямоугольнике $0 < x < a, 0 < y < b$, если на границе этого прямоугольника выполнены условия:

$$u(0, y) = A \sin \frac{\pi y}{b}, \quad u(a, y) = 0, \quad u(x, 0) = u_1, \quad u(x, b) = 0.$$

Вариант 4

1. Решить задачу для уравнения теплопроводности:

$$u_t = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 6x + 5, \quad u(0, t) = 5, \quad u(1, t) = 8$$

2. Найти решение уравнения Лапласа в прямоугольнике $0 < x < a, 0 < y < b$, если на границе этого прямоугольника выполнены условия:

$$u(0, y) = u_3, \quad u(a, y) = 0, \quad u(x, 0) = u_1, \quad u(x, b) = u_1.$$

Вариант 5

1. Решить задачу для уравнения теплопроводности:

$$u_t = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 6x + 6, \quad u(0, t) = 6, \quad u(1, t) = 8$$

2. Найти решение уравнения Лапласа в прямоугольнике $0 < x < a, 0 < y < b$, если на границе этого прямоугольника выполнены условия:

$$u(0, y) = u_3, \quad u(a, y) = u_2, \quad u(x, 0) = u_1, \quad u(x, b) = u_1.$$

Вариант 6

1. Решить задачу для уравнения теплопроводности:

$$u_t = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 4x + 7, \quad u(0, t) = 7, \quad u(1, t) = 10$$

2. Найти решение уравнения Лапласа в прямоугольнике $0 < x < a, 0 < y < b$, если на границе этого прямоугольника выполнены условия:

$$u(0, y) = u_1, \quad u(a, y) = u_1, \quad u(x, 0) = B \sin \frac{\pi x}{a}, \quad u(x, b) = u_3.$$

Вариант 7

1. Решить задачу для уравнения теплопроводности:

$$u_t = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 4x + 8, \quad u(0, t) = 8, \quad u(1, t) = 11$$

2. Найти решение уравнения Лапласа в прямоугольнике $0 < x < a, 0 < y < b$, если на границе этого прямоугольника выполнены условия:

$$u(0, y) = A \sin \frac{\pi y}{b}, \quad u(a, y) = 0, \quad u(x, 0) = u_1, \quad u(x, b) = 0.$$

Вариант 8

1. Решить задачу для уравнения теплопроводности:

$$u_t = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 5x + 9, \quad u(0, t) = 9, \quad u(1, t) = 12$$

2. Найти решение уравнения Лапласа в прямоугольнике $0 < x < a, 0 < y < b$, если на границе этого прямоугольника выполнены условия:

$$u(0, y) = A \sin \frac{\pi y}{b}, \quad u(a, y) = 0, \quad u(x, 0) = u_1, \quad u(x, b) = u_2.$$

Вариант 9

1. Решить задачу для уравнения теплопроводности:

$$u_t = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 2x + 2, \quad u(0, t) = 2, \quad u(1, t) = 5$$

2. Найти решение $u(r, \varphi)$ внутренней задачи Дирихле в секторе $0 \leq r \leq 1, 0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{3}$ с краевым условием $u(1, \varphi) = 1, u(r, 0) = 12, u\left(r, \frac{\pi}{3}\right) = 12$.

Вариант 10

1. Решить задачу для уравнения теплопроводности:

$$u_t = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 4x + 3, \quad u(0, t) = 3, \quad u(1, t) = 6$$

2. Найти решение $u(r, \varphi)$ внутренней задачи Дирихле в секторе $0 \leq r \leq 1, 0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{4}$ с краевым условием $u(1, \varphi) = 1, u(r, 0) = 3, u\left(r, \frac{\pi}{4}\right) = 3$.

Вариант 11

1. Решить задачу для уравнения теплопроводности:

$$u_t = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 5x + 4, \quad u(0, t) = 4, \quad u(1, t) = 7$$

2. Найти решение $u(r, \varphi)$ внутренней задачи Дирихле в секторе $0 \leq r \leq 2, 0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{3}$ с краевым условием $u(2, \varphi) = 1, u(r, 0) = 2, u\left(r, \frac{\pi}{3}\right) = 2$.

Вариант 12

1. Решить задачу для уравнения теплопроводности:

$$u_t = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 6x + 5, \quad u(0, t) = 5, \quad u(1, t) = 8$$

2. Найти решение $u(r, \varphi)$ внутренней задачи Дирихле в секторе $0 \leq r \leq 2, 0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{6}$ с краевым условием $u(2, \varphi) = 2, u(r, 0) = 9, u\left(r, \frac{\pi}{6}\right) = 9$.

Вариант 13

1. Решить задачу для уравнения теплопроводности:

$$u_t = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 6x + 6, \quad u(0, t) = 6, \quad u(1, t) = 9$$

2. Найти решение $u(r, \varphi)$ внутренней задачи Дирихле в секторе $0 \leq r \leq 1, 0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{8}$ с краевым условием $u(1, \varphi) = 1, u(r, 0) = 6, u\left(r, \frac{\pi}{8}\right) = 6$.

Вариант 14

1. Решить задачу для уравнения теплопроводности:

$$u_t = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 4x + 7, \quad u(0, t) = 7, \quad u(1, t) = 10$$

2. Найти решение $u(r, \varphi)$ внутренней задачи Дирихле в секторе $0 \leq r \leq 3, 0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{6}$ с краевым условием $u(3, \varphi) = 3, u(r, 0) = 8, u\left(r, \frac{\pi}{6}\right) = 8$.

Вариант 15

1. Решить задачу для уравнения теплопроводности:

$$u_t = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 4x + 8, \quad u(0, t) = 8, \quad u(1, t) = 11$$

2. Найти решение $u(r, \varphi)$ внутренней задачи Дирихле в секторе $0 \leq r \leq 4, 0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{4}$ с краевым условием $u(4, \varphi) = 4, u(r, 0) = 7, u\left(r, \frac{\pi}{4}\right) = 7$.

Вариант 16

1. Решить задачу для уравнения теплопроводности:

$$u_t = u_{xx} \quad (0 < x < 1, t > 0), \quad u(x, 0) = 5x + 9, \quad u(0, t) = 9, \quad u(1, t) = 12$$

2. Найти решение $u(r, \varphi)$ внутренней задачи Дирихле в секторе $0 \leq r \leq 4, 0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{4}$ с краевым условием $u(4, \varphi) = 1, u(r, 0) = 5, u\left(r, \frac{\pi}{4}\right) = 5$.

Критерии оценивания компетенций (результатов):

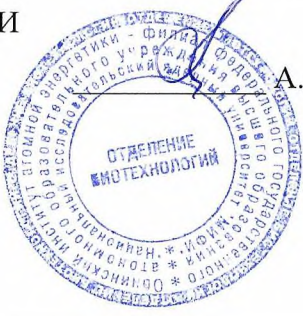
В ответе на каждый вопрос элемент знания оценивается в 30%, элемент умения — в 40%, а элемент владения (навыка) — в 30%.

Описание шкалы оценивания:

Ответы на 1 и 2 вопроса составляют 15 и 15 баллов соответственно, при полной оценке работы равной 30 баллам.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств разработан в отделении биотехнологий ИАТЭ НИЯУ МИФИ

<p>Рассмотрен на заседании отделения биотехнологий и рекомендован к одобрению Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ</p> <p>(протокол № <u>9/1</u> от «<u>21</u>» <u>04</u> 20<u>23</u> г.)</p>	<p>Начальник отделения биотехнологий ИАТЭ НИЯУ МИФИ</p> <p> А.А. Котляров</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------