

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**

**Численные методы**

*название дисциплины*

для направления подготовки

**14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика**

*код и направления подготовки*

образовательная программа

**Монтаж, наладка и ремонт оборудования АЭС**

Форма обучения: очная

**г. Обнинск 2023 г.**

### **Область применения**

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Численные методы» 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 «Численные методы» 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**

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

<i>Код компетенций</i>	<i>Наименование компетенции</i>	<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции</i>
ПК-1	Способен к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик	З-ПК-1 Знать методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик; У-ПК-1 Уметь разрабатывать методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик; В-ПК-1 Владеть методами прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик
ПК-2	Способен к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов	З-ПК-2 Знать методы проведения физического и численного эксперимента, и подготовки соответствующих экспериментальных стендов. У-ПК-2 Уметь проводить физический и численный эксперимент, подготовить соответствующие экспериментальные стенды; В-ПК-2 Владеть методами проведения физического и численного эксперимента и подготовки соответствующих экспериментальных стендов.
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
<b>Текущая аттестация, 4 семестр</b>			
1.	Конечно-разностная аппроксимация первых и вторых производных	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	лабораторная работа
2.	Конечно-разностная аппроксимация одномерного уравнения теплопроводности с постоянными коэффициентами	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	лабораторная работа

3.	Конечно-разностная аппроксимация одномерного уравнения колебания струны с постоянными коэффициентами.	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	лабораторная работа
4.	Вариационные методы решения краевых задач	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	лабораторная работа
5.	Интегро-интерполяционный метод получения разностных уравнений для одномерного уравнения теплопроводности с переменными коэффициентами	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	лабораторная работа
6.	Интегро-интерполяционный метод получения разностных уравнений для одномерного уравнения колебания струны с переменными коэффициентами	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	лабораторная работа
7.	Метод матричной прогонки для решения двумерных разностных уравнений	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	лабораторная работа
8.	Продольно-поперечная схема для решения двумерных разностных уравнений	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	лабораторная работа
<b>Промежуточная аттестация, 4 семестр</b>			
	Экзамен	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	Вопросы на экзамен

## 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
<b>Высокий</b> <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
<b>Продвинутый</b> <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
<b>Пороговый</b> <i>Все виды компетенций</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях:	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено

<i>сформированы на пороговом уровне</i>		излагает в пределах задач курса теоретически практически контролируемый материал.	60-64	Е/Посредственно /Зачтено
<b>Ниже порогового</b>	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в нестандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/Незачтено

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.

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

### 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.

<b>Этап рейтинговой системы /Оценочное средство</b>	<b>Неделя</b>	<b>Балл</b>	
		Минимум*	Максимум**
<b>Текущая аттестация</b>	<b>1-16</b>	<b>36 - 60% от максимума</b>	<b>60</b>
<b>Контрольная точка № 1</b>	<b>7-8</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
лабораторная работа №1	1 – 4	9	15
лабораторная работа №2	5 – 8	9	15
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>15-16</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>

лабораторная работа №3	9 – 12	9	15
лабораторная работа №4	13 – 16	9	15
<b>Промежуточная аттестация</b>	-	<b>24 – (60% 40)</b>	<b>40</b>
Экзамен	-		
<i>Вопрос 1</i>	-	12	20
<i>Вопрос 2</i>		12	20
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

\* - 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**

**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	<b>14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»</b>
Образовательная программа	<b>«Монтаж, наладка и ремонт оборудования АЭС»</b>
Дисциплина	<b>Численные методы</b>

**ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Разностная аппроксимация первых и вторых производных. Порядок аппроксимации.
2. Конечно-разностная аппроксимация уравнения теплопроводности с постоянными коэффициентами. Явная и неявная схемы.
3. Конечно-разностная аппроксимация уравнения колебания струны с постоянными коэффициентами. Явная и неявная схемы.
4. Интегро-интерполяционный метод получения разностных уравнений для одномерного уравнения теплопроводности с переменными коэффициентами. Явные и неявные методы решения получаемых систем уравнений.
5. Интегро-интерполяционный метод получения разностных уравнений для одномерного уравнения колебания струны с переменными коэффициентами. Явные и неявные методы решения получаемых систем уравнений.
6. Метод переменных направлений для решения двумерного уравнения теплопроводности.
7. Метод переменных направлений для решения двумерного уравнения Пуассона.
8. Решение двумерного уравнения Пуассона методом матричной прогонки.
9. Численные методы решения одномерных многогрупповых уравнений диффузии нейтронов. Интегро-интерполяционный метод построения разностных уравнений. Метод итерации источника.

**Критерии и шкала оценивания**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценки</b>
Отлично 36-40	Студент должен: - 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.
Хорошо 30-35	Студент должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать

	<p>материал;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировать умение ориентироваться в литературе;</li> <li>- уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>
<p>Удовлетворительно 24-29</p>	<p>Студент должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировать общее знание изучаемого материала;</li> <li>- показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.</li> </ul>
<p>Неудовлетворительно 23 и меньше</p>	<p>Студент демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- незнание значительной части программного материала;</li> <li>- не владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- существенные ошибки при изложении учебного материала;</li> <li>- неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- неумение делать выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>

**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 **14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»**

Образовательная программа **«Монтаж, наладка и ремонт оборудования АЭС»**

Дисциплина **Численные методы**

**КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

**Лабораторная работа №1.**

**Конечно-разностная аппроксимация одномерного уравнения теплопроводности с постоянными коэффициентами.**

Написать на языке FORTRAN программу, реализующую решение явной или неявной конечно-разностной схемы для **одномерного уравнения теплопроводности с постоянными коэффициентами**. Отладить ее и провести контрольные расчеты.

**Входные данные:**

№	U (x,t) - проверочная функция	$\alpha$	U (0,t)	U (1,t)	U (x,0)	h	$\tau$	f (x,t)
1	$x^3t^2 + 1$	1	1	$t^2 + 1$	1	0.001	0.001	$2x^3t - 6xt^2$
2	$x^3t^2 + 1$	1	1	$t^2 + 1$	1	0.005	0.002	$2x^3t - 6xt^2$
3	$x^3t^2 + 1$	1	1	$t^2 + 1$	1	0.002	0.005	$2x^3t - 6xt^2$
4	$x^2t^3$	1	0	$t^3$	0	0.001	0.001	$3x^2t^2 - 2t^3$
5	$x^2t^3$	1	0	$t^3$	0	0.005	0.002	$3x^2t^2 - 2t$
6	$x^2t^3$	1	0	$t^3$	0	0.002	0.005	$3x^2t^2 - 2t$
7	$x^4t + 2t$	1	2t	3t	0	0.001	0.001	$x^4 - 12tx^2 + 2$
8	$x^4t + 2t$	1	2t	3t	0	0.005	0.002	$x^4 - 12tx^2 + 2$
9	$x^4t + 2t$	1	2t	3t	0	0.002	0.005	$x^4 - 12tx^2 + 2$
10	$x^2t + 10$	1	10	$t + 10$	10	0.001	0.001	$x^2 - 2t$
11	$x^2t + 10$	1	10	$t + 10$	10	0.005	0.002	$x^2 - 2t$
12	$x^2t + 10$	1	10	$t + 10$	10	0.002	0.005	$x^2 - 2t$
13	$e^{xt^2}$ ,	1	$t^2$	$e^1t^2$	0	0.001	0.001	$2e^{xt} - e^{xt^2}$
14	$e^{xt^2}$	1	$t^2$	$e^1t^2$	0	0.005	0.002	$2e^{xt} - e^{xt^2}$
15	$e^{xt^2}$	1	$t^2$	$e^1t^2$	0	0.002	0.005	$2e^{xt} - e^{xt^2}$
16	$xt^3 + 2x$	1	0	$t^3 + 2$	2x	0.001	0.001	$3xt^2$
17	$xt^3 + 2x$	1	0	$t^3 + 2$	2x	0.005	0.002	$3xt^2$
18	$xt^3 + 2x$	1	0	$t^3 + 2$	2x	0.002	0.005	$3xt^2$
19	$xt$	1	0	$t$	0	0.001	0.001	$x$
20	$xt$	1	0	$t$	0	0.005	0.002	$x$

21	$xt$	1	0	$t$	0	0.002	0.005	$x$
----	------	---	---	-----	---	-------	-------	-----

### Критерии оценки для лабораторной работы №1:

Показатели и критерии оценки лабораторных работ:

13-15 баллов:

- правильное выполнение лабораторной работы в соответствии с методикой, корректное применение полученных знаний на практике, своевременная сдача отчета, правильные ответы на вопросы во время защиты лабораторной работы.

8-12 баллов:

- правильное выполнение лабораторной работы в соответствии с методикой, хорошее знание теоретической базы, в целом верная постановка целей и задач, решение основных задач, своевременная сдача отчета.

3-7 баллов:

- слабое знание теории, несвоевременное выполнение работы, несвоевременная защита работы, незнание ответов на вопросы преподавателя.

0 баллов:

- невыполнение работы.

### Шкала оценивания:

8-15 баллов – лабораторная работа зачтена;

0-7 баллов – отчет о лабораторной работе отдается на доработку.

### Лабораторная работа №2.

**Конечно-разностная аппроксимация одномерного уравнения колебания струны с постоянными коэффициентами.**

**Написать на языке FORTRAN программу, реализующую решение явной или неявной конечно-разностной схемы\* для одномерного уравнения колебания струны с постоянными коэффициентами. Отладить ее и провести контрольные расчеты.**

### Входные данные:

№	$U(x,t)$ - проверочная функция	$\alpha$	$U(0,t)$	$U(1,t)$	$U(x,0)$	$h$	$\tau$	$f(x,t)$
1	$x^3t^2 + 1$	1	1	$t^2 + 1$	1	0.001	0.001	$2x^3 - 6xt^2$
2	$x^3t^2 + 1$	1	1	$t^2 + 1$	1	0.005	0.002	$2x^3 - 6xt^2$
3	$x^3t^2 + 1$	1	1	$t^2 + 1$	1	0.002	0.005	$2x^3 - 6xt^2$
4	$x^2t^3$	1	0	$t^3$	0	0.001	0.001	$6x^2t - 2t^3$
5	$x^2t^3$	1	0	$t^3$	0	0.005	0.002	$6x^2t - 2t^3$
6	$x^2t^3$	1	0	$t^3$	0	0.002	0.005	$6x^2t - 2t^3$
7	$x^4t + 2t$	1	$2t$	$3t$	0	0.001	0.001	$-12tx^2$
8	$x^4t + 2t$	1	$2t$	$3t$	0	0.005	0.002	$-12tx^2$
9	$x^4t + 2t$	1	$2t$	$3t$	0	0.002	0.005	$-12tx^2$
10	$x^2t + 10$	1	10	$t + 10$	10	0.001	0.001	$-2t$
11	$x^2t + 10$	1	10	$t + 10$	10	0.005	0.002	$-2t$
12	$x^2t + 10$	1	10	$t + 10$	10	0.002	0.005	$-2t$
13	$e^{xt^2}$ ,	1	$t^2$	$e^1t^2$	0	0.001	0.001	$2e^x - e^{xt^2}$
14	$e^{xt^2}$	1	$t^2$	$e^1t^2$	0	0.005	0.002	$2e^x - e^{xt^2}$
15	$e^{xt^2}$	1	$t^2$	$e^1t^2$	0	0.002	0.005	$2e^x - e^{xt^2}$
16	$xt^3 + 2x$	1	0	$t^3 + 2$	$2x$	0.001	0.001	$6xt$
17	$xt^3 + 2x$	1	0	$t^3 + 2$	$2x$	0.005	0.002	$6xt$
18	$xt^3 + 2x$	1	0	$t^3 + 2$	$2x$	0.002	0.005	$6xt$
19	$xt$	1	0	$t$	0	0.001	0.001	0

20	$xt$	1	0	$t$	0	0.005	0.002	0
21	$xt$	1	0	$t$	0	0.002	0.005	0

\* - студент реализует конечно-разностную схему отличную от использованной в лабораторной работе №1.

### Лабораторная работа №3.

**Интегро-интерполяционный метод получения разностных уравнений для одномерного уравнения теплопроводности с переменными коэффициентами.**

Написать на языке FORTRAN программу, реализующую решение явной или неявной конечно-разностной схемы для **одномерного уравнения теплопроводности с переменными коэффициентами**. Отладить ее и провести контрольные расчеты.

**Входные данные:**

№	$U(x,t)$ - проверочная функция	$\alpha$	$U(0,t)$	$U(1,t)$	$U(x,0)$	$h$	$\tau$	$K(x,t)$
1	$x^3t^2 + 1$	1	1	$t^2 + 1$	1	0.001	0.001	$e^x t + 5$
2	$x^3t^2 + 1$	1	1	$t^2 + 1$	1	0.005	0.002	$x \sin t + 10$
3	$x^3t^2 + 1$	1	1	$t^2 + 1$	1	0.002	0.005	$t \cos x - 4$
4	$x^2t^3$	1	0	$t^3$	0	0.001	0.001	$xt + 2$
5	$x^2t^3$	1	0	$t^3$	0	0.005	0.002	$x^2t^2 - 25$
6	$x^2t^3$	1	0	$t^3$	0	0.002	0.005	$e^t x + 2$
7	$x^4t + 2t$	1	$2t$	$3t$	0	0.001	0.001	$4t + xt^3 + 3$
8	$x^4t + 2t$	1	$2t$	$3t$	0	0.005	0.002	$e^x t + 5$
9	$x^4t + 2t$	1	$2t$	$3t$	0	0.002	0.005	$x \sin t + 10$
10	$x^2t + 10$	1	10	$t + 10$	10	0.001	0.001	$t \cos x - 4$
11	$x^2t + 10$	1	10	$t + 10$	10	0.005	0.002	$xt + 2$
12	$x^2t + 10$	1	10	$t + 10$	10	0.002	0.005	$x^2t^2 - 25$
13	$e^{xt^2}$	1	$t^2$	$e^{1t^2}$	0	0.001	0.001	$e^t x + 2$
14	$e^{xt^2}$	1	$t^2$	$e^{1t^2}$	0	0.005	0.002	$4t + xt^3 + 3$
15	$e^{xt^2}$	1	$t^2$	$e^{1t^2}$	0	0.002	0.005	$e^x t + 5$
16	$xt^3 + 2x$	1	0	$t^3 + 2$	$2x$	0.001	0.001	$x \sin t + 10$
17	$xt^3 + 2x$	1	0	$t^3 + 2$	$2x$	0.005	0.002	$t \cos x - 4$
18	$xt^3 + 2x$	1	0	$t^3 + 2$	$2x$	0.002	0.005	$xt + 2$
19	$xt$	1	0	$t$	0	0.001	0.001	$x^2t^2 - 25$
20	$xt$	1	0	$t$	0	0.005	0.002	$e^t x + 2$
21	$xt$	1	0	$t$	0	0.002	0.005	$4t + xt^3 + 3$

### Лабораторная работа №4.

**Продольно-поперечная схема для решения двумерных разностных уравнений.**

Написать на языке FORTRAN программу, реализующую решение двумерного уравнения теплопроводности с использованием продольно-поперечной схемы. Определить начальные и граничные условия. Отладить ее и провести контрольные расчеты.

**Входные данные:**

№	$U(x,y)$ - исходная функция
1.	$x^2 + y^3$
2.	$xy^2 + x^3 + 1$
3.	$yx^2 - y + 10$
4.	$2x^4 + 7xy^4$
5.	$4y^2 - 6x^3$
6.	$2x - 9x^2y^2$

7.	$2y + xe^{-y}$
8.	$y^5 + 4x^4$
9.	$xe^{2x} + y^2$
10.	$y^2 - \sin 5x$
11.	$\cos 2y + 4x^3$
12.	$\frac{1}{6} \sin x + \frac{1}{3} \cos 2y$
13.	$e^{3x} \cos x - 9y^4$
14.	$xe^{2y} + xy^3$
15.	$y^2x^4 + y^3x^5$

### Критерии оценки для лабораторных работ №2, №3, №4:

Показатели и критерии оценки лабораторных работ:

13-15 баллов:

- правильное выполнение лабораторной работы в соответствии с методикой, корректное применение полученных знаний на практике, своевременная сдача отчета, правильные ответы на вопросы во время защиты лабораторной работы.

9-12 баллов:

- правильное выполнение лабораторной работы в соответствии с методикой, хорошее знание теоретической базы, в целом верная постановка целей и задач, решение основных задач, своевременная сдача отчета.

3-8 баллов:

- слабое знание теории, несвоевременное выполнение работы, несвоевременная защита работы, незнание ответов на вопросы преподавателя.

0 баллов:

- невыполнение работы.

### Шкала оценивания:

9-15 баллов – лабораторная работа зачтена;

0-8 баллов – отчет о лабораторной работе отдается на доработку.