

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО ИРГУПС)

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «31» мая 2024 г. № 425-1

**Б1.О.04 Методы вычислений**

**рабочая программа дисциплины**

Специальность/направление подготовки – 09.04.04 Программная инженерия

Специализация/профиль – Методология разработки программно-информационных систем

Квалификация выпускника – Магистр

Форма и срок обучения – очная форма 2 года

Кафедра-разработчик программы – Математика

Общая трудоемкость в з.е. – 4  
Часов по учебному плану (УП) – 144

Формы промежуточной аттестации  
очная форма обучения:  
экзамен 3 семестр

**Очная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	3	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	34	<b>34</b>
– лекции	17	<b>17</b>
– практические (семинарские)		
– лабораторные	17	<b>17</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	74	<b>74</b>
<b>Экзамен</b>	36	<b>36</b>
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИРГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИРГУПС Трофимов Ю.А.

00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19.09.2017 № 932.

Программу составил(и):

к.т.н, доцент, заведующий кафедрой, Н.Л. Рябченко

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Математика», протокол от «21» мая 2024 г. № 11

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент

Н.Л. Рябченко

СОГЛАСОВАНО

Кафедра «Информационные системы и защита информации», протокол от «21» мая 2024 г. № 11

Зав. кафедрой, к. э. н, доцент

Т.К. Кириллова

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧА ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели дисциплины</b>	
1	развитие у обучающихся навыков реализации различных вычислительных моделей с использованием современных систем автоматизированного проектирования
2	изучение методов анализа точности вычислений
3	изучение вычислительных методов
<b>1.2 Задача дисциплины</b>	
1	формирование алгоритмического мышления, умения реализовывать физические и логические модели, созданные самостоятельно или описанные в литературе, применяя различные вычислительные схемы и современные системы автоматизированного проектирования

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть
<b>2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины</b>	
1	Б1.О.01 Логика и методология науки
2	Б1.О.02 Основы научных исследований
3	Б2.О.01(У) Учебная - ознакомительная практика
4	ФТД.01 Логика
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б2.О.02(Н) Производственная - научно-исследовательская работа в семестре
2	Б2.О.04(Пд) Производственная - преддипломная практика
3	Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы
4	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

<b>3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>		
Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-4 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований	ОПК-4.1 Знает новые научные принципы и методы исследований	Знать: основные понятия, определения, теоремы и символику современных методов вычислений, основные методы исследований
		Уметь: применять основные понятия дисциплины при решении типовых задач методов вычислений
		Владеть: основными понятиями, математическим аппаратом современных методов вычислений при решении стандартных задач
	ОПК-4.2 Умеет применять на практике новые научные принципы и методы исследований	Знать: современные тенденции и актуальные проблемы в области методов вычислений
		Уметь: записывать математическую постановку задач; решать стандартные профессиональные задачи используя современные методы вычислений, представлять полученные при решении результаты в терминах предметной области
		Владеть: основными понятиями, терминами дисциплины, математическим аппаратом современных методов вычислений, навыками выбора, применения методов и алгоритмов для решения стандартных профессиональных задач
	ОПК-4.3 Имеет навыки применения новых научных принципов и методов исследования для решения профессиональных задач	Знать: основы методов вычислений, современные приемы теоретического и экспериментального исследования, применяемые для решения задач в профессиональной деятельности
		Уметь: представлять математическую постановку задач, возникающих при теоретическом и экспериментальном исследовании объектов профессиональной деятельности; выбирать оптимальный метод решения и обосновывать свой выбор
		Владеть: математическим аппаратом современных методов вычислений, навыками выбора и оценки оптимальных методов исследований, способами и формами

		представления полученных результатов теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности в терминах предметной области
ОПК-6 Способен самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности	ОПК-6.1 Знает информационные технологии для использования в практической деятельности	Знать: современные источники информации в области профессиональных интересов, основные информационные технологии, используемые для решения задач практической деятельности с помощью методов вычислений
		Уметь: применять различные методы вычислений для решения конкретных задач практической деятельности с помощью информационных технологий
		Владеть: современными информационными технологиями для решения задач практической деятельности с помощью различных методов вычислений
	ОПК-6.2 Умеет самостоятельно приобретать новые знания и умения	Знать: методы и средства познания
		Уметь: применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений
		Владеть: способностью самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности
	ОПК-6.3 Имеет навыки самостоятельно приобретать новые знания и умения в новых областях знаний	Знать: способы, методы приобретения и интерпретации новых профессиональных знаний и области их применения для решения задач практической деятельности
		Уметь: находить и использовать эффективные методы и средства самостоятельного приобретения, сбора, обмена, хранения и обработки информации, работать с информационными технологиями как средством поиска, хранения и анализа информации
		Владеть: навыками поиска научной и технической информации с использованием общих и специализированных баз данных по своей сфере деятельности и не только

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы			
			Лек	Пр	Лаб	
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Статистическая обработка эксперимента.</b>					
1.1	Тема 1. Закон больших чисел и вероятностная оценка суммарной погрешности. Интерполяция функции двух переменных. Регрессионный анализ. Выборочные уравнения регрессии. Определение параметров методом наименьших квадратов	3	3		6	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
1.2	Лабораторная работа № 1. Интерполяция. Интерполяция функции двух переменных	3		2	4	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
1.3	Лабораторная работа № 2. Аппроксимация функций	3		2	4	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Численное интегрирование функций.</b>					
2.1	Тема 1. Приближенное вычисление несобственных интегралов. Понятие о кубатурных формулах	3	2		6	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб		СР
						ОПК-6.2 ОПК-6.3	
2.2	Лабораторная работа № 3. Численное интегрирование. Приближенное вычисление несобственных интегралов	3			2	6	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем.</b>						
3.1	Тема 1. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Адамса	3	2			4	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
3.2	Тема 2. Решение систем дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты	3	2			4	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
3.3	Лабораторная работа № 4. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	3			2	4	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
3.4	Лабораторная работа № 5. Модель хищник-жертва. Система Вольтерра	3			1	4	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Методы оптимизации функции одной переменной.</b>						
4.1	Тема 1. Постановка задачи минимизации функции одной переменной. Локальный и глобальный экстремумы. Унимодальные функции. Методы минимизации прямого поиска: метод оптимального пассивного поиска, метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения, метод ломаных. Методы минимизации, использующие производные: метод касательных и метод Ньютона	3	4			8	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
4.2	Лабораторная работа № 6. Метод оптимального пассивного поиска. Метод золотого сечения	3			2	4	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
4.3	Лабораторная работа № 7. Метод касательных. Метод Ньютона	3			2	4	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
<b>5.0</b>	<b>Раздел 5. Методы оптимизации функции нескольких переменных.</b>						
5.1	Тема 1. Постановка задачи безусловной минимизации функции нескольких переменных. Понятие о методах спуска. Методы покоординатного спуска. Метод	3	4			8	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы			
			Лек	Пр	Лаб	
	наискорейшего спуска. Метод сопряженных направлений. Метод Ньютона и модифицированный метод Ньютона. Постановка задачи условной минимизации функции нескольких переменных. Классификация задач математического программирования. Постановка и различные формы записи задач линейного программирования. Геометрическая интерпретация					ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
5.2	Лабораторная работа № 8. Выпуклые множества. Выпуклые функции	3		2	4	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
5.3	Лабораторная работа № 9. Метод циклического покоординатного спуска	3		2	4	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	3		36		ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		17		17	74

#### 5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

#### 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 6.1 Учебная литература

##### 6.1.1 Основная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Блатов, И. А. Вычислительная математика : учебное пособие / И. А. Блатов, О. В. Старожилова. — Самара : ПГУТИ, 2017. — 205 с. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/182330">https://e.lanbook.com/book/182330</a> (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.2	Копченова, Н. В. Вычислительная математика в примерах и задачах : учебное пособие / Н. В. Копченова, И. А. Марон. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 368 с. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/171859">https://e.lanbook.com/book/171859</a> (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.3	Летова, Т. А. Методы оптимизации. Практический курс : учебное пособие / Т. А. Летова, А. В. Пантелеев. — Москва : Логос, 2011. — 424 с. — URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=84995">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=84995</a> (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн

##### 6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн

6.1.2.1	Бояркина, Галина Петровна Численные методы : учеб. пособие / Г. П. Бояркина, Х. Н. Багдуева, Т. Л. Алексеева ; Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ.. Иркутск : ИрГУПС, 2011. - 158с.	210
6.1.2.2	Гильмутдинов, Р. Ф. Численные методы : учебное пособие / Р. Ф. Гильмутдинов, К. Р. Хабибуллина ; Министерство образования и науки России. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018. — 92 с. — URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=500887">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=500887</a> (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
<b>6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)</b>		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Рябченко, Н.Л. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.04 Методы вычислений по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия, профиль Методология разработки программно-информационных систем/ Н.Л. Рябченко; Иркут. гос. ун-т путей сообщ. – Иркутск: ИрГУПС, 2023. – 13 с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_47480_1406_2024_1_signed.pdf">https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_47480_1406_2024_1_signed.pdf</a>	Онлайн
<b>6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>		
6.2.1	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	
6.2.2	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>	
<b>6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы</b>		
<b>6.3.1 Базовое программное обеспечение</b>		
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение <a href="http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/">http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/</a>	
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/">https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/</a>	
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License	
<b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>		
6.3.2.1	MathCAD_student 15.0 Academic_License, Customer Number 434692, контракт от 03.12.2012 № 0334100010012000148-0000756-01	
6.3.2.2	MatLab Classroom, R2015a, R2015b, контракт от 09.07.2014 № 0334100010014000028-0000756-01.	
6.3.2.3	MatLab Classroom, R2010a, R2010b, лицензия от 16.03.2011 № 689810, ГК № 0334100010011000032-00000756-01	
6.3.2.4	Simulink Classroom R2010a, R2010b, лицензия № 689810 сетевая, государственный контракт от 06.07.2011 №334100010011000114-0000756-01	
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>		
6.3.3.1	Не предусмотрены	
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>		
6.4.1	Не предусмотрены	

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебная аудитория Г-301 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
3	Учебная аудитория Г-305 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).

4	Учебная аудитория Г-307 для проведения практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, учебно-наглядные пособия (плакаты).
5	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует пометить вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p>
Практическое занятие	<p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины</p>
Лабораторная работа	<p>Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.</p> <p>Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- экспериментальная проверка формул, методик расчета;</li> <li>- проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов;</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.;</li> <li>- наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения;</li> <li>- имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах;</li> <li>- наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест);</li> <li>- установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.;</li> <li>- ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.;</li> <li>- установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик;</li> <li>- анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов;</li> <li>- расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.);</li> <li>- наблюдение развития явлений, процессов и др.</li> </ul> <p>Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций.</p> <p>По характеру выполняемых лабораторных работ возможны:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы;</li> <li>- аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов;</li> <li>- творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач.</li> </ul> <p>Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине «Методы вычислений» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.</p> <p>Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»</p>
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет	

# **Приложение № 1 к рабочей программе**

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации**

## 1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

- минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

- базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

- высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

## 2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.

### Программа контрольно-оценочных мероприятий. Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Методы вычислений» участвует в формировании компетенций:

ОПК-4. Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований

ОПК-6. Способен самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности

#### Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>3 семестр</b>				
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Статистическая обработка эксперимента</b>			
1.1	Текущий контроль	Тема 1. Закон больших чисел и вероятностная оценка суммарной погрешности. Интерполяция функции двух переменных. Регрессионный анализ. Выборочные уравнения регрессии. Определение параметров методом наименьших квадратов	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Собеседование (устно)
1.2	Текущий контроль	Лабораторная работа № 1. Интерполяция. Интерполяция функции двух переменных	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Лабораторная работа (письменно/устно)
1.3	Текущий контроль	Лабораторная работа № 2. Аппроксимация функций	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Численное интегрирование функций</b>			
2.1	Текущий контроль	Тема 1. Приближенное вычисление несобственных интегралов. Понятие о кубатурных формулах	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Собеседование (устно)
2.2	Текущий контроль	Лабораторная работа № 3. Численное интегрирование. Приближенное вычисление несобственных интегралов	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем</b>			
3.1	Текущий контроль	Тема 1. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Адамса	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Собеседование (устно)

3.2	Текущий контроль	Тема 2. Решение систем дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Собеседование (устно)
3.3	Текущий контроль	Лабораторная работа № 4. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Лабораторная работа (письменно/устно)
3.4	Текущий контроль	Лабораторная работа № 5. Модель хищник-жертва. Система Вольтерра	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Методы оптимизации функции одной переменной</b>			
4.1	Текущий контроль	Тема 1. Постановка задачи минимизации функции одной переменной. Локальный и глобальный экстремумы. Унимодальные функции. Методы минимизации прямого поиска: метод оптимального пассивного поиска, метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения, метод ломаных. Методы минимизации, использующие производные: метод касательных и метод Ньютона	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Собеседование (устно)
4.2	Текущий контроль	Лабораторная работа № 6. Метод оптимального пассивного поиска. Метод золотого сечения	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Лабораторная работа (письменно/устно)
4.3	Текущий контроль	Лабораторная работа № 7. Метод касательных. Метод Ньютона	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>5.0</b>	<b>Раздел 5. Методы оптимизации функции нескольких переменных</b>			
5.1	Текущий контроль	Тема 1. Постановка задачи безусловной минимизации функции нескольких переменных. Понятие о методах спуска. Методы покоординатного спуска. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных направлений. Метод Ньютона и модифицированный метод Ньютона. Постановка задачи условной минимизации функции нескольких переменных. Классификация задач математического программирования. Постановка и различные формы записи задач линейного программирования. Геометрическая интерпретация	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Собеседование (устно)

5.2	Текущий контроль	Лабораторная работа № 8. Выпуклые множества. Выпуклые функции	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Лабораторная работа (письменно/устно)
5.3	Текущий контроль	Лабораторная работа № 9. Метод циклического покоординатного спуска	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Лабораторная работа (письменно/устно)
	Промежуточная аттестация		ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

\*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

### Описание показателей и критериев оценивания компетенций.

#### Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

#### Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы для собеседования по темам/разделам дисциплины
2	Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно/устно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

### Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (образец экзаменационного билета) к экзамену
2	Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

### Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«отлично»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенция не сформирована

#### Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена

Критерии оценивания	Шкала оценивания
Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«отлично»

Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«хорошо»
Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«удовлетворительно»
Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования	«неудовлетворительно»

### Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

#### Собеседование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ
«хорошо»		Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»		Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ
«неудовлетворительно»		«не зачтено»

#### Лабораторная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»		Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»		Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной



		целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки
--	--	---

### 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

#### 3.1 Типовые контрольные задания для проведения собеседования

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для проведения собеседований.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Тема 1. Закон больших чисел и вероятностная оценка суммарной погрешности.

Интерполяция функции двух переменных. Регрессионный анализ. Выборочные уравнения регрессии. Определение параметров методом наименьших квадратов»

Значения функции заданы в таблице

у \ x	0.4	0.7	1.0
0.00	2.500	1.429	1.00
0.05	2.487	1.419	0.995
0.10	2.456	1.400	0.981

Найти  $f(0.5; 0.03)$ .

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Тема 1. Приближенное вычисление несобственных интегралов. Понятие о кубатурных формулах»

Вычислить определенный интеграл  $I = \int_0^1 \frac{dx}{x}$  с точностью  $\varepsilon = 10^{-6}$ .

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Тема 1. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Адамса»

Решить модифицированным методом Эйлера задачу Коши

$$y' = \frac{x-y}{2}, \quad y(0) = 1, \quad x \in [0; 3].$$

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Тема 2. Решение систем дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты»

Метод конечных разностей для решения краевой задачи (проиллюстрировать произвольной системой дифференциальных уравнений).

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Тема 1. Постановка задачи минимизации функции одной переменной. Локальный и глобальный экстремумы. Унимодальные функции. Методы минимизации прямого поиска: метод оптимального пассивного поиска, метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения, метод ломаных. Методы минимизации, использующие производные: метод касательных и метод Ньютона»

Убедившись в унимодальности функции  $f(x) = x^2 - 2x + e^{-x}$  на отрезке  $[1; 1.5]$ , найти методом оптимального пассивного поиска точку минимума  $x_*$  функции  $f(x)$  на этом отрезке с точностью  $\varepsilon = 0,05$ . Вычисления вести с одним запасным знаком.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Тема 1. Постановка задачи безусловной минимизации функции нескольких переменных. Понятие о методах спуска. Методы покоординатного спуска. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных направлений. Метод Ньютона и модифицированный метод Ньютона. Постановка задачи условной минимизации функции нескольких переменных. Классификация задач математического программирования. Постановка и различные формы записи задач линейного программирования. Геометрическая интерпретация»

Дана задача выпуклого программирования

$$\begin{cases} x_1 - x_2 \leq -2, \\ 7x_1 - x_2 \geq 13, & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \\ x_1 + 3x_2 \leq 21, \end{cases}$$

$$f(x_1, x_2) = (x_1 - 5)^2 + (x_2 - 1)^2 \rightarrow \min(\max).$$

1. Найти решение задачи графическим методом.
2. Написать функцию Лагранжа данной задачи и найти ее седловую точку, используя решение, найденное графически.

### **3.2 Типовые задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты**

Контрольные варианты заданий и образцы выполнения лабораторных работ выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен и примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ.

«Лабораторная работа № 1. Интерполяция. Интерполяция функции двух переменных»

1. Закон больших чисел
2. Вероятностная оценка суммарной погрешности
3. Интерполяция функции двух переменных
4. Постановка задачи интерполяции
5. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Преимущества и недостатки
6. Интерполяционный многочлен Ньютона. Преимущества и недостатки
7. Сплайн-интерполяция. Преимущества и недостатки

«Лабораторная работа № 2. Аппроксимация функций»

1. Различия между интерполяцией и аппроксимацией функции
2. Суть метода наименьших квадратов
3. Вывод нормальной системы уравнений для линейной аппроксимации
4. Регрессионный анализ
5. Выборочные уравнения регрессии
6. Определение параметров методом наименьших квадратов

«Лабораторная работа № 3. Численное интегрирование. Приближенное вычисление несобственных интегралов»

1. Приближенное вычисление несобственных интегралов
2. Формула трапеций
3. Формула парабол
4. Квадратурная формула Гаусса
5. Понятие о кубатурных формулах

«Лабораторная работа № 4. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений»

1. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений
2. Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений
3. Метод Адамса
4. Решение систем дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты

«Лабораторная работа № 5. Модель хищник-жертва. Система Вольтерра»

1. Понятия фазовой плоскости и фазового портрета
2. Математическая модель системы «хищник – жертва»
3. Математическая модель системы Лотки - Вольтерра

«Лабораторная работа № 6. Метод оптимального пассивного поиска. Метод золотого сечения»

1. Метод оптимального пассивного поиска
2. Метод деления отрезка пополам
3. Метод золотого сечения

«Лабораторная работа № 7. Метод касательных. Метод Ньютона»

1. Метод ломаных
2. Метод касательных
3. Метод Ньютона

«Лабораторная работа № 8. Выпуклые множества. Выпуклые функции»

1. Локальный экстремум
2. Глобальный экстремум
3. Унимодальные функции
4. Выпуклые множества
5. Выпуклые функции

«Лабораторная работа № 9. Метод циклического покоординатного спуска»

1. Методы покоординатного спуска
2. Метод наискорейшего спуска
3. Метод сопряженных направлений
4. Метод Ньютона и модифицированный метод Ньютона

### 3.3 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

#### Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Тема 1.1. Закон больших чисел и вероятностная оценка суммарной погрешности. Интерполяция функции двух переменных. Регрессионный анализ. Выборочные уравнения регрессии. Определение параметров методом наименьших квадратов	Знания Умения Навыки	20 – ОТЗ 20 – ЗТЗ

ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Тема 2.1. Приближенное вычисление несобственных интегралов. Понятие о кубатурных формулах	Знания Умения Навыки	20 – ОТЗ 20 – ЗТЗ
ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Тема 3.1. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Адамса	Знания Умения Навыки	20 – ОТЗ 20 – ЗТЗ
ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Тема 3.2. Решение систем дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты	Знания Умения Навыки	20 – ОТЗ 20 – ЗТЗ
ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Тема 4.1. Постановка задачи минимизации функции одной переменной. Локальный и глобальный экстремумы. Унимодальные функции. Методы минимизации прямого поиска: метод оптимального пассивного поиска, метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения, метод ломаных. Методы минимизации, использующие производные: метод касательных и метод Ньютона	Знания Умения Навыки	20 – ОТЗ 20 – ЗТЗ
ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	Тема 5.1. Постановка задачи безусловной минимизации функции нескольких переменных. Понятие о методах спуска. Методы покоординатного спуска. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных направлений. Метод Ньютона и модифицированный метод Ньютона. Постановка задачи условной минимизации функции нескольких переменных. Классификация задач математического программирования. Постановка и различные формы записи задач линейного программирования. Геометрическая интерпретация	Знания Умения Навыки	20 – ОТЗ 20 – ЗТЗ
		Итого	120 – ОТЗ 120 – ЗТЗ

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

### Образец итогового теста по дисциплине

#### 1. Дополните

Закон больших чисел утверждает, что чем ..... единиц охвачено статистическим наблюдением, тем ..... проявляется общая закономерность

#### 2. Установите соответствие между отклонениями случайной величины $X$ от математического ожидания $M(X)$ и оценками вероятностей этих отклонений, используя неравенство Чебышева

Дискретная случайная величина  $X$  задана рядом распределения

$X$	0.3	0.6
$P$	0.2	0.8

$ X - M(X)  < 0.2$	$\geq 0.64$
	$\leq 0.36$
	$\leq 0.64$

$ X-M(X)  > 0.2$	$\geq 0.36$
------------------	-------------

**3.** Выберите правильный ответ

Одной из форм закона больших чисел является:

- A) теорема Чебышева
- B) теорема Бернулли
- C) неравенство Чебышева
- D) неравенство Маркова

**4.** Дополните

Если число узлов интерполяции  $\frac{(n+1)(n+2)}{2}$ , то степень интерполяционного многочлена .....

**5.** Выберите правильный ответ

Интерполяционный многочлен Лагранжа для функции, заданной таблично

$x_i$	1	2	3	5
$y_i$	1	5	14	81

имеет вид:

- A)  $L_3(x) = x^3 - 2x^2 + 3x - 1$
- B)  $L_4(x) = x^4 - 2x^3 + 3x^2 + 5x$
- C)  $L_3(x) = x^3 + 2x^2 + 3x + 5$
- D)  $L_4(x) = 5x^4 - 14x^3 + 81x^2 + 1$

**6.** Дополните

Билинейной интерполяцией называют расширение ..... интерполяции для функций двух переменных. Для начала реализуется линейная интерполяция по  $x$  на каждой прямой  $y = y_m$ . Затем при каждом значении  $x = x_n$  реализуется линейная интерполяция по  $y$  с учетом значений функции, полученных на ..... шаге

**7.** Дополните

Постановка задачи метода наименьших квадратов: для функции  $y = f(x)$ , заданной таблично, найти эмпирическую формулу  $y = \tilde{f}(x, a_1, a_2, \dots, a_m)$ , так, чтобы среднеквадратическая погрешность  $S^2 = \sum_i (\tilde{y}_i - y_i)^2$  была .....

**8.** Выберите правильный ответ

Если коэффициент корреляции равен -0.8, то уравнение регрессии будет иметь вид:

- A)  $y = -ax + b$
- B)  $y = ax + b$
- C)  $y = -ax^2 + bx + c$
- D)  $y = ax^2 + bx + c$
- E)  $y = ae^{bx}$
- F)  $y = \frac{a}{bx+c}$

**9.** Установите соответствие между эмпирическими зависимостями и способами спрямления:

$$y = a + \frac{b}{x}$$

$$Y = y, X = \frac{1}{x}, Y = a + bX$$

$$Y = \frac{1}{y}, X = x, Y = aX + b$$

$$y = \frac{1}{ax + b}$$

$$Y = \frac{1}{y}, X = \frac{1}{x}, Y = a + bX$$

$$Y = y, X = \frac{1}{x}, Y = aX + b$$

$$y = \frac{x}{ax + b}$$

$$Y = \frac{1}{y}, X = \frac{1}{x}, Y = aX + b$$

**10.** Дополните

Формула  $S \approx \int_a^b f(x)dx \approx h \left( \frac{y_0 + y_n}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} \right)$  реализует метод .....

**11.** Установите соответствие между формулами и методами численного интегрирования

$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{b-a}{n} (y_0 + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1})$	Метод прямоугольников
$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{b-a}{n} \left( \frac{y_0 + y_n}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} \right)$	Метод трапеций
$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{b-a}{6m} (y_0 + y_{2m} + 2(y_2 + \dots + y_{2m-2}) + 4(y_1 + \dots + y_{2m-1}))$ $n = 2m$	Метод парабол Метод Симпсона

**12.** Дополните

Формула  $y_{n+1} = y_n + h \cdot f(x_n; y_n)$  является основной формулой метода .....

**13.** Выберите правильный ответ

Локальная оценка метода Рунге-Кутты четвертого порядка точности имеет вид:

- A)  $|r| \leq Ch^5$
- B)  $|r| \leq Ch^3$
- C)  $|r| \leq Ch^4$
- D)  $|r| \leq Ch^2$

**14.** Дополните

Метод Адамса — конечноразностный многошаговый метод численного интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений ..... порядка. В отличие от метода ..... использует для вычисления очередного значения искомого решения не одно, а несколько значений, которые уже вычислены в предыдущих точках

**15.** Выберите правильный ответ

При интегрировании методом Эйлера ( $y_{n+1} = y_n + \Delta y_n; \Delta y_n = h \cdot f(x_n; y_n)$ )

дифференциального уравнения  $y' = y \cdot x$  с начальным условием  $x_0 = 0; y_0 = 1.5$  на отрезке  $[0; 1.5]$  при  $h = 0.25$   $\Delta y_2$  равно:

- A) 0.406

- B) 0.25
- C) 0.375
- D) 0.445

**16.** Установите соответствие между дифференциальным уравнением и его разностной схемой

$$y'' + y + \sin 2x = 0$$

$$y'' + 4y - \sin 2x = 0$$

$$y'' - 2y + \sin 2x = 0$$

$$y_{i+1} \frac{1}{h^2} + y_i \left(1 - \frac{2}{h^2}\right) + y_{i-1} \frac{1}{h^2} = -\sin 2x_i$$

$$y_{i+1} \frac{1}{h^2} + y_i \left(4 - \frac{2}{h^2}\right) + y_{i-1} \frac{1}{h^2} = \sin 2x_i$$

$$y_{i+1} \frac{1}{h^2} + y_i \left(-2 - \frac{2}{h^2}\right) + y_{i-1} \frac{1}{h^2} = -\sin 2x_i$$

$$y_{i+1} \frac{1}{h^2} + y_i \left(-1 - \frac{2}{h^2}\right) + y_{i-1} \frac{1}{h^2} = \sin 2x_i$$

**17.** Дополните

Точка  $x^* \in X$  называется точкой ..... минимума функции  $f(x)$  на множестве  $X$ , если существует такое число  $\delta > 0$ , что  $f(x^*) \leq f(x)$  для всех  $x \in X = \{x : x \in X, |x - x^*| < \delta\}$ .

**18.** Выберите правильный ответ

Функция  $f(x) = 2x^3 + 15x^2 + 36x$  унимодальна на отрезке

- A) [-2; 4]
- B) [-2; 1]
- C) [-4; 2]
- D) [-4; 1]

**19.** Укажите порядок действий в общей схеме методов спуска

- 1) Найти ненулевой вектор направления спуска
- 2) Вычислить шаг спуска
- 3) Принять  $x^{(k+1)}$  за очередное приближение к точке минимума
- 4) Проверить выполнение критерия окончания процесса минимизации

### 3.4 Перечень теоретических вопросов к экзамену

(для оценки знаний)

Раздел 1. Статистическая обработка эксперимента

1. Закон больших чисел и вероятностная оценка суммарной погрешности
2. Интерполяция функции двух переменных
3. Выборочные уравнения регрессии
4. Определение параметров методом наименьших квадратов

Раздел 2. Численное интегрирование функций

1. Приближенное вычисление несобственных интегралов
2. Понятие о кубатурных формулах.

Раздел 3. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем

1. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений
2. Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений
3. Метод Адамса

#### 4. Решение систем дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты

#### Раздел 4. Методы оптимизации функции одной переменной

1. Локальный и глобальный экстремумы
2. Унимодальные функции
3. Методы минимизации прямого поиска
4. Метод оптимального пассивного поиска
5. Метод деления отрезка пополам
6. Метод золотого сечения
7. Метод ломаных
8. Методы минимизации, использующие производные: метод касательных и метод Ньютона.

#### Раздел 5. Методы оптимизации функции нескольких переменных

1. Методы покоординатного спуска
2. Метод наискорейшего спуска
3. Метод сопряженных направлений
4. Метод Ньютона и модифицированный метод Ньютона
5. Постановка задачи условной минимизации функции нескольких переменных
6. Классификация задач математического программирования
7. Постановка и различные формы записи задач линейного программирования
8. Геометрическая интерпретация

### 3.5 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену

(для оценки умений)

1. Для функции, заданной таблично

x	1	2	3	4	5	6	7	8
y	2,3	7,5	14,9	24,2	35,5	48,3	62,9	78,8

подобрать эмпирическую формулу. Определить параметры по методу наименьших квадратов. Оценить погрешность полученной формулы.

2. Для задачи Коши  $y' = \frac{x}{y}$ ,  $y(1) = 1$  сделать один шаг по методу Адамса с  $h = 0.2$  (с

точностью до одной цифры после запятой).

3. Убедившись в унимодальности функции  $f(x) = x^2 - 2x + e^{-x}$  на отрезке  $[1; 1.5]$ , найти методом оптимального пассивного поиска точку минимума  $x_*$  функции  $f(x)$  на этом отрезке с точностью  $\varepsilon = 0,05$ . Вычисления вести с одним запасным знаком.

4. Минимизировать функцию  $f(x_1, x_2) = 9x_1^2 + 16x_2^2 - 90x_1 + 128x_2$  методом циклического

покоординатного спуска, завершив вычисления при выполнении условий  $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 10^{-3}$ ,

$i = 1, 2$ .

### 3.6 Перечень типовых практических заданий к экзамену

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Используя метод наименьших квадратов найти аппроксимирующую функцию при следующих данных

x	7	8	10	14
y	6	-2	7	3



2. Решить задачу линейного программирования графическим методом

$$\begin{cases} x \geq 0, \\ y \geq 0, \\ x - y \geq 0, \\ x + y \leq 2, \\ f(x, y) = x + 2y \rightarrow \max. \end{cases}$$

3. Сколько раз необходимо вычислить исследуемую функцию на отрезке  $[a, b]$ , если необходимо найти решение с погрешностью 1% от длины начального интервала в методе оптимального пассивного поиска?

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Собеседование	Собеседование, предусмотренное рабочей программой дисциплины, проводится на практическом занятии. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся тему, вопросы для подготовки к собеседованию. Результаты собеседования преподаватель доводит до обучающихся сразу после завершения собеседования
Лабораторная работа	Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено. Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы. Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

#### Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам или в форме компьютерного тестирования.

При проведении промежуточной аттестации в форме собеседования билеты составляются таким образом, чтобы каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.

Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; два практических задания: одно из них для оценки умений (выбирается из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); другое практическое задание для оценки навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).


Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике фондов оценочных средств.

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.

### Образец экзаменационного билета

 <p>ИрГУПС 20__-20__ учебный год</p>	<p>Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «<u>Методы вычислений</u>»</p>	<p>Утверждаю: Заведующий кафедрой «Математика» ИрГУПС _____</p>
<p>1. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Адамса.</p> <p>2. Методы покоординатного спуска.</p> <p>3. Применяя кубатурную формулу Симпсона, вычислить интеграл <math>\iint_D \frac{dx dy}{xy}</math>, где <math>D: x = 2, x = 4, y = 2.6, y = 4.4</math>.</p> <p>4. Убедившись в выпуклости функции <math>f(x) = x^2 + e^{-x}</math> на всей числовой оси, минимизировать ее методом Ньютона. Критерием достижения требуемой точности считать выполнение неравенства <math> f'(x_k)  \leq 10^{-4}</math>.</p> <p>5. Графическим методом решить задачу линейного программирования</p> $f(\vec{x}) = 3x_1 + 4x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 + 5x_2 \leq 19, \\ 4x_1 + 3x_2 \leq 17, \end{cases} \quad x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0.$		