

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «08» мая 2020 г. № 266-1

## Б1.В.02 Численные методы и теория оптимизации

### рабочая программа дисциплины

Специальность – 10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем

Специализация – Безопасность открытых информационных систем

Квалификация выпускника – специалист по защите информации

Форма обучения – очная

Нормативный срок обучения – 5 лет

Кафедра-разработчик программы – Математика

Общая трудоемкость в з.е. –3

Формы промежуточной аттестации в семестрах:

Часов по учебному плану –108

Зачет– 3

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	3	Итого
Число недель в семестре	18	
Вид занятий	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
– лекции	18	18
– практические (семинарские)	18	18
– лабораторные	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
<b>Зачет</b>		
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели освоения дисциплины</b>	
1	получение основных знаний в области численных методов –
2	математической составляющей современных компьютерных наук;
3	приобретение навыка составления математических моделей, допускающих численное решение;
<b>1.2 Задачи освоения дисциплины</b>	
1	изучение алгоритмов и методов решения задач с помощью численных методов;
2	математических аспектов оптимизации, математического программирования,–
3	изучение методов минимизации функций одной и нескольких переменных,
4	формирование профессиональных компетенций.
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
<p>Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.</p> <p>Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;</li> <li>– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;</li> <li>– формирование психологии профессионала;</li> <li>– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;</li> <li>– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли</li> </ul>	
Научно-образовательное воспитание обучающихся	
<p>Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества.</p> <p>Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности;</li> <li>– создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками;</li> <li>– популяризация научных знаний среди обучающихся;</li> <li>– содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества;</li> <li>– создание условий для получения обучающимися достоверной информации о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, повышения заинтересованности в научных познаниях об устройстве мира и общества;</li> <li>– совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности</li> </ul>	

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
1	Изучение дисциплины «Численные методы и теория оптимизации» основывается на базовой подготовке по элементарной математике в объёме программы средней школы, и является последующей за дисциплинами: Б1.Б.1.07 Алгебра и геометрия,
2	Б1.Б.1.08 Математический анализ
3	Б1.Б.1.09 Дискретная математика,
4	и имеет межпредметные связи с дисциплинами Б1.Б.1.11 Математическая логика и теория алгоритмов
5	Б1.В.03 Информационные технологии
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Дисциплина «Численные методы и теория оптимизации», помимо самостоятельного значения, является предшествующей для дисциплин: Б1.Б.1.10 Теория вероятностей и математическая статистика
2	Б1.В.ДВ.02.02 Математические основы моделирования систем,
3	Б1.В.ДВ.03.01 Теория автоматов и формальных языков,.

4	Б1.В.ДВ.03.02 Теория компиляции
5	Б1.Б.1.12 Теория информации,
6	Б1.В.01 Основы кибернетики
7	Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

<b>3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
<b>ОПК-2: способностью корректно применять при решении профессиональных задач соответствующий математический аппарат алгебры, геометрии, дискретной математики, математического анализа, теории вероятностей, математической статистики, математической логики, теории алгоритмов, теории информации, в том числе с использованием вычислительной техники</b>	
<b>Минимальный уровень освоения компетенции</b>	
Знать	простейшие численные методы и методы оптимизации функций, методики оценки погрешностей
Уметь	применять численные методы к решению задач прикладного характера, решать задачи оптимизации, находить точки локального минимума, оценивать погрешность
Владеть	методами численного решения задач прикладного характера, навыками решения задач оптимизации, технологией оценки погрешности
<b>Базовый уровень освоения компетенции</b>	
Знать	различные численные методы решения задач алгебры и математического анализа, методы оптимизации функций, методы нахождения локального минимума, методики оценки погрешностей и достоверности результатов.
Уметь	выбрать численный метод для решения поставленной задачи в профессиональной сфере, оценить результат, решать задачи оптимизации, находить точки локального минимума, в том числе условного, оценивать погрешность и достоверность полученных результатов.
Владеть	методами реализации численного решения профессиональных задач в пакетах прикладных программ, навыками решения задач оптимизации, технологией оценки погрешности и достоверности полученного результата
<b>Высокий уровень освоения компетенции</b>	
Знать	численные методы общих и специальных разделов алгебры и математического анализа для решения задач в профессиональной сфере, методы приближения функций, методы оптимизации функций, методы нахождения локального и глобального минимумов, в том числе условных, методики оценки погрешностей и достоверности результатов
Уметь	подобрать наилучший численный метод для решения поставленной задачи. исходя из основных характеристик метода (скорость сходимости, точность метода) и требования к результатам расчета, оценить полученный результат, решать задачи оптимизации, находить точки локального минимума, в том числе условного, оценивать погрешность и достоверность полученных результатов.
Владеть	методами реализации численного решения задач алгебры и математического анализа в пакетах прикладных программ, оценки погрешности и устойчивости полученного решения, навыками решения прикладных задач условной и безусловной оптимизации, методикой выбора метода оптимизации, технологией оценки погрешности и достоверности полученного результата
<b>ПК-2 способностью создавать и исследовать модели автоматизированных систем</b>	
<b>Минимальный уровень освоения компетенции</b>	
Знать	простейшие математические модели, используемые при разработке автоматизированных систем
Уметь	анализировать математические модели автоматизированных систем
Владеть	методами построения математических моделей автоматизированных систем
<b>Базовый уровень освоения компетенции</b>	
Знать	типовые математические модели, используемые при разработке автоматизированных систем
Уметь	анализировать и подбирать методы решения математических моделей автоматизированных систем
Владеть	методами построения и решения математических моделей автоматизированных систем
<b>Высокий уровень освоения компетенции</b>	
Знать	способы построения типовых математических моделей, используемых при разработке автоматизированных систем
Уметь	анализировать и подбирать методы решения математических моделей автоматизированных систем, проводить анализ результатов расчета
Владеть	методами построения и решения математических моделей автоматизированных систем,

методикой выбора оптимального метода решения
--

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>Знать</b>	
1	Основные понятия теории погрешностей, приближения функций;
2	Постановки задач приближения функций, численного решения нелинейных уравнений и систем линейных алгебраических уравнений, численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений
	Основы математического программирования,
	Методы минимизации функций одной и нескольких переменных.–
	Методы решения задач в указанных областях
<b>Уметь</b>	
1	Решать стандартные задачи математического программирования
2	Решать задачи приближения функций.
	Применять методы условной и безусловной минимизации функций.
	Численно решать нелинейные уравнения
	Численно решать системы линейных алгебраических уравнений;
	Численно решать обыкновенные дифференциальные уравнения и уравнения с частными производными
<b>Владеть</b>	
1	Методами решения задач одномерной и многомерной минимизации функций.
2	Навыками использования пакетов прикладных программ при решении задач математического моделирования и оптимизации.
	Численными методами решения прикладных задач в профессиональной сфере интересов
	Методами построения математических моделей для решения практических задач численными методами;
	Методами оценки точности и надежности полученных решений.

**4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часы	Код компетенции	Учебная литература, ресурсы сети «Интернет»
	<b>Раздел 1. Элементы теории погрешности.</b>				
1.1	Теоретические основы численных методов. Математические программные системы. Погрешности вычислений. Абсолютная и относительная погрешности приближенного числа. Запись и правила округления приближенных чисел. Основные источники погрешности. Правила приближенных вычислений. Определение количества верных значащих цифр результата вычислений. /Лек/	3	2	ОПК-2	Л1.4 Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8
1.2	«Основы теории приближенных вычислений» Погрешности вычислений. Абсолютная и относительная погрешности приближенного числа. Запись и правила округления приближенных чисел. Основные источники погрешности. Правила приближенных вычислений. Определение количества верных значащих цифр результата вычислений. /Пр/	3	2	ОПК-2	Л1.4 Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э3 Э4
1.3	Выполнение ДЗ «Основы приближенных вычислений» /Ср/	3	2	ОПК-2	Л1.4 Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э3 Э7
1.4	Подготовка к контрольной работе «Основы приближенных вычислений» /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л3.1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.5	Проработка лекционного материала /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.4 Л1.5

					Л2.1 Л3.1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8
	<b>Раздел 2. Численные методы решения уравнений и систем.</b>				
2.1	Численное решение систем линейных уравнений. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Численные методы решения нелинейных уравнений. Отделение корней. Уточнение корней. Метод половинного деления. Метод хорд. Метод касательных. Метод итераций. Условия сходимости и оценка погрешности. /Лек/	3	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.4 Л1.5 Л2.2 Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8
2.2	«Численные методы решения нелинейных уравнений» Отделение корней. Метод половинного деления. Метод хорд. Комбинированный метод. /Пр/	3	2	ОПК-2	Л1.4 Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.3	«Численные методы решения нелинейных уравнений» Графический метод отделение корней. Метод касательных. Метод итераций. /Лаб/	3	2	ОПК-2	Л1.4 Л2.2 Л3.1 Э3
2.4	«Численные методы решения систем линейных уравнений» Метод простой итерации. Метод Зейделя. /Лаб/	3	2	ОПК-2	Л1.4 Л1.5 Л2.2 Э3
2.5	Выполнение ИДЗ «Численные методы решения систем линейных уравнений» /Ср/	3	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.5 Л2.1 Л3.1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.6	Выполнение ИДЗ «Численные методы решения нелинейных уравнений» /Ср/	3	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.5 Л2.1 Л3.1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.7	Проработка лекционного материала /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.1 Л1.4 Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э2 Э4 Э5 Э6 Э7
2.8	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.9	Подготовка к лабораторным занятиям /Ср/	3	1	ОПК-2	Л2.2 Л3.1 Э2 Э3 Э4 Э5
	<b>Раздел 3. Интерполяция и аппроксимации функций.</b>				
3.1	Задача интерполирования. Построение интерполирующей функции. Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполяционная формула Ньютона. Сплайн-интерполяция. Подбор эмпирической формулы. Определение параметров эмпирической формулы методом наименьших квадратов. /Лек/	3	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.4 Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8
3.2	«Интерполяция функций» Интерполяционная формула Лагранжа и Ньютона. Сплайн-интерполяция. /Пр/	3	2	ОПК-2	Л1.4 Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э8
3.3	«Аппроксимация функций» Подбор эмпирической формулы. Определение параметров эмпирической формулы методом наименьших квадратов. /Лаб/	3	2	ОПК-2	Л1.4 Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э3 Э7 Э8
3.4	Выполнение ИДЗ «Интерполяция функций» /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.5 Л2.2 Л3.1

					Э2 Э3 Э4 Э5
3.5	Выполнение ИДЗ «Аппроксимация функций» /Ср/	3	2	ОПК-2	Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.6	Проработка лекционного материала /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.1 Л1.4 Л2.2 Л3.1 Э2 Э4 Э5 Э8
3.7	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.1 Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э2 Э3 Э4
3.8	Подготовка к лабораторным занятиям /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.1 Л1.5 Л2.2 Э3 Э8
	<b>Раздел 4. Численное дифференцирование и интегрирование функций.</b>				
4.1	Численное дифференцирование функции. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании. Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами. Оценка погрешности. /Лек/	3	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.4 Л2.2 Л3.1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8
4.2	«Численное дифференцирование функции» Численное дифференцирование функции. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании. /Пр/	3	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.4 Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э1 Э3 Э4
4.3	«Численное интегрирование функции» Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Формула Гаусса. Оценка погрешности. /Лаб/	3	2	ОПК-2	Л1.4 Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э1 Э3
4.4	Выполнение ИДЗ «Численное дифференцирование функции» /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
4.5	Выполнение ИДЗ «Численное интегрирование функции» /Ср/	3	2	ОПК-2	Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э1 Э3
4.6	Проработка лекционного материала /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.1 Л1.4 Л2.2 Л3.1 Э1 Э3
4.7	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э1 Э3
4.8	Подготовка к лабораторным занятиям /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э1 Э3
	<b>Раздел 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем.</b>				
5.1	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Рунге-Кутты. Оценка погрешности. Краевая задача. Численные методы решения краевой задачи. Метод конечных разностей. /Лек/	3	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.4 Л2.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8
5.2	«Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений» Метод Эйлера,	3	2	ОПК-2	Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э2 Э3 Э4

	модифицированный метод Эйлера. /Пр/				Э5
5.3	«Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений» Метод Рунге-Кутты. Оценка погрешности. Метод конечных разностей. /Лаб/	3	2	ОПК-2	Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э1 Э3
5.4	Выполнение ИДЗ "Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений" /Ср/	3	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.4 Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.5	Проработка лекционного материала /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.4 Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э1 Э3 Э4 Э5
5.6	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.4 Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4
5.7	Подготовка к лабораторным занятиям /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.5 Л2.2 Л3.1 Э2 Э3 Э4 Э6
	<b>Раздел 6. Методы оптимизации функции одной переменной</b>				
6.1	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. /Лек/	3	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
6.2	«Минимизация функции одной переменной» Унимодальные функции. Методы минимизации прямого поиска: метод оптимального пассивного поиска, метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения, метод ломаных. /Пр/	3	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.3	«Минимизация функции одной переменной» Методы минимизации, использующие производные: метод касательных и метод Ньютона. /Лаб/	3	2	ОПК-2	Л1.3 Л2.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э3 Э8
6.4	Выполнение ИДЗ "Методы минимизации функции одной переменной" /Ср/	3	4	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л2.1 Э1 Э3
6.5	Проработка лекционного материала /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л2.1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.6	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л2.1 Э1 Э3 Э5
6.7	Подготовка к лабораторным занятиям /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л2.1 Э1 Э3 Э8
	<b>Раздел 7. Методы оптимизации функции нескольких переменных</b>				
7.1	Постановка задачи безусловной минимизации функции нескольких переменных. Выпуклые множества, выпуклые функции. Квадратичные функции. Понятие о методах спуска. Методы покоординатного спуска. Общая	3	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8

	схема градиентных методов. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных направлений. Метод Ньютона и модифицированный метод Ньютона. /Лек/				
7.2	«Безусловная минимизация функции нескольких переменных» Выпуклые множества, выпуклые функции. Квадратичные функции. Понятие о методах спуска. Методы покоординатного спуска. /Пр/	3	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л2.1 Э2 Э4 Э5
7.3	«Безусловная минимизация функции нескольких переменных» Градиентные методы. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных направлений. Метод Ньютона и модифицированный метод Ньютона. /Лаб/	3	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л2.1 Э1 Э3
7.4	Постановка задачи условной минимизации функции нескольких переменных. Классификация задач математического программирования. Постановка и различные формы записи задач линейного программирования. Геометрическая интерпретация. Симплекс – метод. /Лек/	3	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8
7.5	«Условная минимизация функции нескольких переменных» Задачи линейного программирования. Симплекс – метод. /Пр/	3	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.2 Л3.3 Э2 Э4 Э5 Э6 Э8
7.6	«Условная минимизация функции нескольких переменных» Задачи линейного программирования. Геометрическая интерпретация. /Лаб/	3	2	ОПК-2	Л1.2 Л2.1 Э1 Э3 Э7
7.7	Основная задача выпуклого программирования. Условие регулярности. Функция Лагранжа. Седловая точка. Теорема Куна – Таккера. Различные виды условий Куна – Таккера. Задача с линейными ограничениями. Задачи динамического программирования. Решение задач распределения ресурсов. /Лек/	3	2	ОПК-2	Л1.2 Л2.1 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8
7.8	«Динамическое программирование» Задачи динамического программирования. Решение задач распределения ресурсов. /Пр/	3	2	ОПК-2	Л1.2 Л2.1 Л3.3 Э2 Э4 Э5 Э7
7.9	«Выпуклое программирование» Основная задача выпуклого программирования. Условие регулярности. Функция Лагранжа. Седловая точка. Теорема Куна – Таккера. Различные виды условий Куна – Таккера. Задача с линейными ограничениями. /Лаб/	3	2	ОПК-2	Л1.2 Л2.1 Л3.3 Э1 Э3 Э8
7.10	Подготовка к лабораторным занятиям /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.3 Л3.2 Э1 Э3 Э8
7.11	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.3 Л1.2 Л2.1 Л3.3 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
7.12	Проработка лекционного материала /Ср/	3	1	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.3 Л3.2 Э1 Э2 Э3



					Э7
7.13	Выполнение ИДЗ "Методы безусловной минимизации функции нескольких переменных" /Ср/	3	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.3 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4
7.14	Выполнение ИДЗ "Решение задачи линейного программирования" /Ср/	3	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.3 Л3.2 Э1 Э3 Э7
7.15	Выполнение ИДЗ "Решение задачи выпуклого программирования" /Ср/	3	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л3.3 Л3.2 Э1 Э3 Э7
<b>Промежуточная аттестация</b>					
7.16	Подготовка к зачету /Ср/	3	10	ОПК-2	Л1.3 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л3.3 Л3.2 Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8

### **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 разрабатывается в соответствии с Положением о формировании фондов оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации № П.312000.06.7.188-2017.

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по данной дисциплине оформляется в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещаются 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**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке / 100% онлайн
Л1.1	Голубева Н.В.	Математическое моделирование систем и процессов: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп.	СПб.: Лань, 2013	61
Л1.2	Васильев Ф. П.	Методы оптимизации: учебник, Ч. 1. Конечномерные задачи оптимизации. Принцип максимума. Динамическое программирование : <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=63313">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=63313</a>	М.: МЦМНО, 2011	100% on- line
Л1.3	Балабко, Л.В.	Численные методы : учебное пособие / Л.В. Балабко, А.В. Томилова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова. схем., табл., ил. - ISBN 978-5-261-00962-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=436331">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=436331</a> (16.06.2017).	Архангельск : САФУ, 2014	100% on- line
Л1.4	Орешкова, М.Н.	Численные методы: теория и алгоритмы : учебное пособие / М.Н. Орешкова ; Министерство образования и науки Российской Федерации,	Архангельск : САФУ, 2015.	100% on- line

		Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова. : схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-261-01040-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=436397">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=436397</a> (16.06.2017).		
Л1.5	Краюткина, Е.В.	Численные методы в научных расчетах : учебное пособие / Е.В. Краюткина ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет», Министерство образования и науки Российской Федерации. ил. - Библиогр.: с. 158-159. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=458055">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=458055</a> (16.06.2017).	Ставрополь : СКФУ, 2015.	100% on-line
<b>6.1.2 Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке / 100% онлайн
Л2.1	Казанская О. В., Юн С. Г., Альсова О. К.	Модели и методы оптимизации. Практикум: учебное пособие: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=228848">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=228848</a>	Новосибирск : НГТУ, 2012	100% on-line
Л2.2	Зализняк В. Е., Щепановская Г. И.	Теория и практика по вычислительной математике: учебное пособие: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=229271">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=229271</a>	Красноярск: СФУ, 2012	100% on-line
<b>6.1.3 Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке / 100% онлайн
Л3.1	Бояркина Г.П., Багдуева Х.Н., Алексеева Т.Л.	Математическое моделирование систем и процессов: Ч. 1: Численные методы.: Учебное пособие	Иркутск : ИрГУПС, 2011	234
Л3.2	Таирова Е.В.	Линейное программирование: учеб. пособие	Иркутск, 2007	462
Л3.3	Хоменко А.П., Бояркина Г.П.	Линейное программирование. Динамическое программирование: Учеб. пособие	Иркутск, 2003	495
<b>6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке / 100% онлайн
Л4.1	Голубева Н.В.	Математическое моделирование систем и процессов: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп.	СПб.: Лань, 2013	61
Л4.2	Васильев Ф. П.	Методы оптимизации: учебник, Ч. 1. Конечномерные задачи оптимизации. Принцип максимума. Динамическое программирование : <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=63313">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=63313</a>	М.: МЦМНО, 2011	100% on-line

Л4.3	Балабко, Л.В.	Численные методы : учебное пособие / Л.В. Балабко, А.В. Томилова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова. схем., табл., ил. - ISBN 978-5-261-00962-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=436331">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=436331</a> (16.06.2017).	Архангельск : САФУ, 2014	100% on-line
Л4.4	Орешкова, М.Н.	Численные методы: теория и алгоритмы : учебное пособие / М.Н. Орешкова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова. : схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-261-01040-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=436397">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=436397</a> (16.06.2017).	Архангельск : САФУ, 2015.	100% on-line
Л4.5	Краюткина, Е.В.	Численные методы в научных расчетах : учебное пособие / Е.В. Краюткина ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет», Министерство образования и науки Российской Федерации. ил. - Библиогр.: с. 158-159. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=458055">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=458055</a> (16.06.2017).	Ставрополь : СКФУ, 2015.	100% on-line
Л4.6	Казанская О. В., Юн С. Г., Альсова О. К.	Модели и методы оптимизации. Практикум: учебное пособие: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=228848">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=228848</a>	Новосибирск : НГТУ, 2012	100% on-line
Л4.7	Зализняк В. Е., Щепановская Г. И.	Теория и практика по вычислительной математике: учебное пособие: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=229271">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=229271</a>	Красноярск: СФУ, 2012	100% on-line
Л4.8	Бояркина Г.П., Багдужева Х.Н., Алексеева Т.Л.	Математическое моделирование систем и процессов: Ч. 1: Численные методы.: Учебное пособие	Иркутск : ИрГУПС, 2011	234
Л4.9	Таирова Е.В.	Линейное программирование: учеб. пособие	Иркутск, 2007	462
Л4.10	Хоменко А.П., Бояркина Г.П.	Линейное программирование. Динамическое программирование: Учеб. пособие	Иркутск, 2003	495

## 6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	<a href="http://sdo.irgups.ru/moodle/">http://sdo.irgups.ru/moodle/</a>
Э2	электронно-библиотечная система издательства «Лань» ( <a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a> );
Э3	электронная библиотека Университета ( <a href="http://www.irgups.ru/htb">http://www.irgups.ru/htb</a> );
Э4	электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» ( <a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a> );
Э5	электронно-библиотечная система «Издательство «Троицкий мост»» ( <a href="http://www.trmost.com/tm-main">http://www.trmost.com/tm-main</a> );
Э6	электронная библиотека изданий ФГБОУ «УМЦ ЖДТ» ( <a href="http://library.miit.ru/fulltext.php">http://library.miit.ru/fulltext.php</a> );
Э7	федеральный портал «Российское образование» ( <a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a> );
Э8	единое окно доступа к образовательным ресурсам ( <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a> );
Э9	фонды учебно-методической документации на сайте кафедры «Математика»: <a href="http://www.irgups.ru/web-edu/~vm/">http://www.irgups.ru/web-edu/~vm/</a> .

## 6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

### 6.3.1 Перечень базового программного обеспечения

6.3.1.1	ОС Microsoft Windows XP Professional, количество – 227, лицензия № 44718499; ОС Microsoft Windows 7 Professional, количество – 100, лицензия № 49379844
---------	---

6.3.1. 2	Офисный пакет Microsoft Office 2010, количество – 155, Лицензия № 48288083; Libre Office v. 5.2, свободно распространяемое ПО, <a href="https://ru.libreoffice.org">https://ru.libreoffice.org</a>
<b>6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения</b>	
6.3.2. 1	Пакеты прикладных программ Mathcad (MathCAD_student 15.0 Academic_License, 50, Уч. ПРОЦ. Р.О.№888/CL040107)
6.3.2. 2	MatLab Classroom, R2015a, R2015b Classroom, R2015a, R2015b, сетевая, количество – 56, лицензия Уч. ПРОЦ. Лицензия № 689810
<b>6.3.3 Перечень информационных справочных систем</b>	
6.3.3. 1	электронная библиотека Университета ( <a href="http://www.irgups.ru/htb">http://www.irgups.ru/htb</a> );
6.3.3. 2	электронно-библиотечная система издательства «Лань» ( <a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a> );
6.3.3. 3	электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» ( <a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a> );
6.3.3. 4	электронно-библиотечная система «Издательство «Троицкий мост»» ( <a href="http://www.trmost.com/tm-main">http://www.trmost.com/tm-main</a> );
6.3.3. 5	электронная библиотеке изданий ФГБОУ «УМЦ ЖДТ» ( <a href="http://library.mii.ru/fulltext.php">http://library.mii.ru/fulltext.php</a> );
6.3.3. 6	федеральный портал «Российское образование» ( <a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a> );
6.3.3. 7	единое окно доступа к образовательным ресурсам ( <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a> )
6.3.3. 8	фонды учебно-методической документации в системе Moodle ИрГУПС ( <a href="http://sdo.irgups.ru/moodle/">http://sdo.irgups.ru/moodle/</a> )
6.3.3. 9	фонды учебно-методической документации на сайте кафедры «Математика» ( <a href="http://www.irgups.ru/web-edu/~vm/">http://www.irgups.ru/web-edu/~vm/</a> )
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>	
6.4.1	Не предусмотрено

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80.
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых проектов, работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521.
3	Для проведения лабораторных работ компьютерный класс (15 посадочных мест) Г -307, Д - 505, Д-507 с установленным базовым и специализированным программным обеспечением
4	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.

<b>8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Дисциплина "Численные методы и теория оптимизации" призвана познакомить студента с понятием численных методов и математических аспектов оптимизации: математического программирования, методов минимизации функций одной и нескольких переменных; формирование навыков решения типовых задач указанных областей; формирование навыков использования стандартных программных средств для решения типовых задач; формирование профессиональных компетенций, продемонстрировать сущность научного подхода, специфику моделирования и его роль в решении

	<p>практических задач, научить приемам исследования и решения прикладных задач, выработать умение анализировать полученные результаты, привить навыки самостоятельного изучения литературы, ориентировать на приложение математических методов в профессиональной деятельности, на применение математических методов к решению прикладных математических задач.</p> <p>Основной составной частью учебного процесса в изучении дисциплины «Численные методы и теория оптимизации» являются лекционные, практические и лабораторные занятия.</p> <p>Во время лекционных занятий студент 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, студенту необходимо конспектировать. В конспект рекомендуется выписывать определения, формулы и т.п. На полях конспекта следует пометить вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, а также алгоритмы решения тех или иных классов задач рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы при изучении конспекта они выделялись и лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий и наиболее часто употребляемые формулы дисциплины. К каждой лекции 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. При этом необходимо воспроизводить на бумаге все рассуждения, как имеющиеся, так и пропущенные в силу их простоты. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов.</p>
<p>Практические занятия</p>	<p>Методические рекомендации по подготовке семинарских и практических занятий.</p> <p>Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются книги по теории чисел и алгебраической геометрии. Полезно использовать несколько учебников. Рекомендуется, кроме "заучивания" материала добиться состояния понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа или раздела выполнить несколько простых упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе вопросы (и попробовать ответить на них): о чем этот параграф?, какие новые понятия введены, каков их смысл?, какие математические принципы используются в этом параграфе (разделе) и каков их смысл "своими словами"? Все изучаемые алгоритмы и методы следует не заучивать а "понять". С этой целью рекомендуется записать идею алгоритма, составить план работы по алгоритму, сравнить используемые алгоритмы и теоремы в конспекте и учебнике. При изучении теоретического материала всегда нужно рисовать схемы и графики.</p> <p>Зная тему практического занятия, необходимо готовиться к нему заблаговременно.</p> <p>Используя цели, перечень знаний, умений, терминов и учебных вопросов в качестве ориентира, читайте учебный материал по теме в учебнике, конспекте лекции, руководстве к практическим занятиям, составляйте словарь терминов, отвечайте на контрольные вопросы, составляйте таблицы, кластеры и синквейны, готовьтесь дать развернутый ответ на учебные вопросы. Готовиться можно индивидуально, парами или в составе малой группы. Для подготовки рекомендуем использовать материал раздела сайта "дистанционное обучение"</p> <p>Как работать на практическом занятии.</p> <p>Если вы готовились к практическому занятию, то имеете четкое представление о том, что и как будете делать на занятии. В начале занятия вы должны принимать активное участие в обсуждении теоретических учебных вопросов, отвечать на вопросы преподавателя, задавать ему вопросы по неясным вам фрагментам изучаемой темы. На практическом занятии вы: должны четко представлять себе: что и как должны делать, соблюдаете тишину, способствуете формированию рабочей атмосферы, продуктивной и творческой работе, внимательно слушаете преподавателя, своевременно консультируетесь у преподавателя по неясным вопросам, не мешаете работать другим студентам, аккуратно, реалистично и своевременно оформляете результаты своей работы в рабочей тетради, должны быть готовы ответить на вопросы преподавателя по содержанию и результатам выполняемой работы. На практическом занятии вы можете получить консультацию преподавателя по любому учебному вопросу любой темы. Придя домой, вы должны повторить пройденный на занятии материал и подготовиться к контролю полученных вами знаний и умений</p>
<p>Лабораторные</p>	<p>Выполнение лабораторной работы включает в себя 4 этапа: подготовка к работе по</p>

работы	специальному руководству, собственно выполнение работы в компьютерном классе, самостоятельное выполнение дополнительных заданий, защита работы на следующем занятии.
Самостоятельная работа	<p>Для эффективного освоения дисциплины «Численные методы и теория оптимизации» изучение материала курса предполагает самостоятельную внеаудиторную работу, которая включает в себя выполнение индивидуальных домашних заданий, подготовку к лабораторным и практическим занятиям, конспектирование. Для успешного выполнения домашних заданий следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделах основная и дополнительная литература. Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия или лектора по дисциплине.</p>
<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.</p>	

**Приложение 1 к рабочей программе по дисциплине  
Б1.В.02 Численные методы и теория оптимизации**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации по дисциплине  
Б1.В.02 Численные методы и теория оптимизации**

# 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Дисциплина «Численные методы и теория оптимизации» участвует в формировании компетенций:

**ОПК-2:** способностью корректно применять при решении профессиональных задач соответствующий математический аппарат алгебры, геометрии, дискретной математики, математического анализа, теории вероятностей, математической статистики, математической логики, теории алгоритмов, теории информации, в том числе с использованием вычислительной техники;

**Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций ОПК-2, ПК-2 при освоении образовательной программы**

Код компетенции	Наименование Компетенц и	Индекс и наименование дисциплин (модулей)/ практик, участвующих в формировании компетенции	Семестр изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
ОПК-2:	способностью корректно применять при решении профессиональных задач соответствующий математический аппарат алгебры, геометрии, дискретной математики, математического анализа, теории вероятностей, математической статистики, математической логики, теории алгоритмов, теории информации, в том числе с использованием вычислительной техники;	Б1.Б.1.07 Алгебра и геометрия	1	1
		Б1.Б.1.08 Математический анализ	1, 2	1, 2
		Б1.Б.1.09 Дискретная математика	2	2
		Б1.Б.1.11 Математическая логика и теория алгоритмов	3	3
		Б1.В.03 Информационные технологии	3	3
		Б1.В.ДВ.02.02 Математические основы моделирования систем	4	4
		Б1.В.ДВ.03.01 Теория автоматов и формальных языков	4	4
		Б1.В.ДВ.03.02 Теория компиляции	4	4
		Б1.Б.1.10 Теория вероятностей и математическая статистика	4	4
		Б1.Б.1.12 Теория информации	5	5
		Б1.В.01 Основы кибернетики	5	5
	Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.	10	6	
ПК-2	способностью создавать и исследовать модели автоматизированных систем	Б1.В.ДВ.05.02 Корпоративные информационные системы	3	1
		Б1.В.ДВ.02.02 Математические основы моделирования систем	4	2
		Б1.В.01 Основы кибернетики	5	3
		ФТД.В.02 Основы научных исследований	6	4
		Б2.Б.04(Н) Производственная - научно-исследовательская работа	8	5
	Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.	10	6	

**Таблица соответствия уровней освоения компетенций ОПК-2, ПК-2 планируемым результатам обучения**

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов дисциплины (модуля)/практики	Уровни освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного)



				уровня освоения компетенции)
ОПК-2:	<p>способностью корректно применять при решении профессиональных задач соответствующий математический аппарат алгебры, геометрии, дискретной математики, математического анализа, теории вероятностей, математической статистики, математической логики, теории алгоритмов, теории информации, в том числе с использованием вычислительной техники;</p>	<p>Раздел 1. Элементы теории погрешности. Раздел 2. Численные методы решения уравнений и систем. Раздел 3. Интерполяция и аппроксимации функций. Раздел 4. Численное дифференцирование и интегрирование функций. Раздел 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Раздел 6. Методы оптимизации функции одной переменной Раздел 7. Методы оптимизации функции нескольких переменных</p>	Минимальный уровень	<p>Знать: простейшие численные методы и методы оптимизации функций, методики оценки погрешностей</p> <p>Уметь: применять численные методы к решению задач прикладного характера, решать задачи оптимизации, находить точки локального минимума, оценивать погрешность.</p> <p>Владеть: методами численного решения задач прикладного характера, навыками решения задач оптимизации, технологией оценки погрешности..</p>
			Базовый уровень	<p>Знать: различные численные методы решения задач алгебры и математического анализа, методы оптимизации функций, методы нахождения локального минимума, методики оценки погрешностей и достоверности результатов.</p> <p>Уметь: выбрать численный метод для решения поставленной задачи в профессиональной сфере, оценить результат, решать задачи оптимизации, находить точки локального минимума, в том числе условного, оценивать погрешность и достоверность полученных результатов..</p> <p>Владеть: методами реализации численного решения профессиональных задач в пакетах прикладных программ, навыками решения задач оптимизации, технологией оценки погрешности и достоверности полученного результата..</p>
			Высокий уровень	<p>Знать: численные методы общих и специальных разделов алгебры и математического анализа для решения задач в профессиональной сфере, методы приближения функций, методы оптимизации функций, методы нахождения локального и глобального минимумов, в том числе условных, методики оценки погрешностей и достоверности результатов</p> <p>Уметь: подобрать наилучший численный метод для решения поставленной задачи. исходя из основных характеристик метода (скорость сходимости, точность метода) и требования к результатам расчета, оценить</p>

				полученный результат, решать задачи оптимизации, находить точки локального минимума, в том числе условного, оценивать погрешность и достоверность полученных результатов..
				Владеть: методами реализации численного решения задач алгебры и математического анализа в пакетах прикладных программ, оценки погрешности и устойчивости полученного решения, навыками решения прикладных задач условной и безусловной оптимизации, методикой выбора метода оптимизации, технологией оценки погрешности и достоверности полученного результата.

**Программа контрольно-оценочных мероприятий  
за период изучения дисциплины**

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>_3_ семестр</b>				
1	2	Текущий контроль	Тема: «Основы приближенных вычислений»	ОПК-2, ПК-2 Задачи репродуктивного уровня (письменно)
2	2	Текущий контроль	Тема: «Основы приближенных вычислений»	ОПК-2, ПК-2 Контрольная работа (письменно)
3	5	Текущий контроль	Тема: «Численные методы решения систем линейных уравнения»	ОПК-2, ПК-2 Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
4	6	Текущий контроль	Тема: «Численные методы решения нелинейных уравнений»	ОПК-2, ПК-2 Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
5	7	Текущий контроль	Тема: «Интерполяция функций»	ОПК-2, ПК-2 Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
6	8	Текущий контроль	Тема: «Аппроксимация функций»	ОПК-2, ПК-2 Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
7	9	Текущий контроль	Тема: «Численное дифференцирование функции»	ОПК-2, ПК-2 Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
8	10	Текущий контроль	Тема: «Численное интегрирование функции» /	ОПК-2, ПК-2 Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
9	11	Текущий контроль	Тема: «Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений»	ОПК-2, ПК-2 Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)

10	13	Текущий контроль	Тема: «Методы минимизации функции одной переменной»	ОПК-2, ПК-2	Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
11	14	Текущий контроль	Тема: «Методы безусловной минимизации функции нескольких переменных»	ОПК-2, ПК-2	Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
12	15	Текущий контроль	Тема: «Решение задачи линейного программирования»	ОПК-2, ПК-2	Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
13	17	Текущий контроль	Тема: «Решение задачи выпуклого программирования»	ОПК-2, ПК-2	Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
14	18	Промежуточная аттестация – зачет	Разделы: 1. Элементы теории погрешности. 2. Численные методы решения уравнений и систем. 3. Интерполяция и аппроксимации функций. 4. Численное дифференцирование и интегрирование функций. 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. 6. Методы оптимизации функции одной переменной 7. Методы оптимизации функции нескольких переменных	ОПК-2, ПК-2	Собеседование (устно)

## **2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, 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/или двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций на различных этапах их формирования, а так же краткая характеристика этих средств приведены в таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
---	----------------------------------	--	---

1	Контрольная работа (КР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся	Комплекты контрольных заданий по темам дисциплины (не менее двух вариантов)
2	Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно 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	Темы лабораторных работ и требования к их защите
3	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 (билетов) к экзамену

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета и экзамена, а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций**

Шкалы оценивания		Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	«зачтено»	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»	«не зачтено»	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	Компетенции не сформированы

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

### Контрольная работа

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание контрольной работы. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»	Обучающийся выполнил задание контрольной работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении контрольной работы
«удовлетворительно»	Обучающийся выполнил задание контрольной работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	Обучающийся не полностью выполнил задания контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений

### Задачи (задания) репродуктивного уровня

Пять заданий, за каждый правильный ответ один балл. Перевод в четырехбалльную систему происходит следующим образом:

Число набранных баллов	Оценка
5 баллов	«отлично»
4 балла	«хорошо»
3 балла	«удовлетворительно»
меньше трех баллов	«неудовлетворительно»

### Задачи (задания) реконструктивного уровня

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задания. Показал отличные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»	Обучающийся выполнил задания с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении работы
«удовлетворительно»	Обучающийся выполнил задания с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	При выполнении заданий обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала

### Защита лабораторной работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	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»	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, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **3.2 Типовые контрольные задания для проведения контрольных работ**

Ниже приведены образцы типовых вариантов контрольных работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины

Образец типового варианта контрольной работы  
по теме «Основы приближенных вычислений»

Предел длительности контроля – 30 минут.

Предлагаемое количество заданий – 5 заданий.

- 1 Округлить число  $\hat{a} = 1,1426$  до трех значащих цифр, подсчитать абсолютную и относительную погрешности.
- 2 Найти абсолютную погрешность приближенного числа  $\hat{a} = 2,52$ , вычисленного с относительной погрешностью  $\delta_x = 0,7\%$  /
- 3 Определить количество верных значащих цифр в записи числа  $\hat{a} = 38,285 \pm 0,034$ .
4. Какое из равенств точнее  $\frac{1}{3} \approx 0,333$  или  $\frac{6}{25} \approx \frac{1}{4}$ .
5. Пусть  $A = \sqrt{2}$ . Со сколькими верными значащими цифрами надо представить это число в приближенном виде, чтобы относительная погрешность его удовлетворяла неравенству  $\delta_a \leq 0,1\%$ .

#### **3.3 Типовые контрольные задания репродуктивного уровня**

Ниже приведены образцы типовых вариантов заданий репродуктивного уровня, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Образец типового варианта заданий репродуктивного уровня  
по теме «Основы приближенных вычислений»

Предел длительности контроля – \_\_\_ минут.

Предлагаемое количество заданий – \_\_\_ заданий.

*Задание 1.* Округлить до 7, 6, 5, ... до целых число

1 24,5689034550

2. 160, 39857619

3 0,004789502

*Задание 2.* Определить число верных значащих цифр

1.  $a_1 = 0,00478$  ,  $\Delta = 0,006$  ;
2.  $a_2 = 76,980654$  ,  $\Delta = 0,00004$  ;
3.  $a_3 = 999,876354$  ,  $\Delta = 0,00076$  .

### 3.4 Типовые контрольные задания реконструктивного уровня

Варианты заданий (30 вариантов по каждой теме) выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведены образцы типовых вариантов заданий реконструктивного уровня, предусмотренных рабочей программой.

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного уровня  
по теме «Численные методы решения систем линейных уравнений»

Для следующей системы провести 2 шага

- а) метода простой итерации;
- б) метода Зейделя.

Оценить погрешность полученных приближений (на каждой итерации

методов).

$$\begin{cases} 6x_1 + x_2 - 2x_3 = 1 \\ x_1 + 5x_2 + x_3 = 2 \\ x_1 + 2x_2 + 4x_3 = 3 \end{cases}, x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного уровня  
по теме «Численные методы решения нелинейных уравнений»

Найти все действительные корни уравнения  $x^3 - 3x + 5 = 0$  с точностью  $\varepsilon = 10^{-4}$  комбинированным методом и методом итерации. Сравнить число шагов, необходимое для достижения одинаковой точности этими методами. Вычисления вести с одним запасным знаком.

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного уровня  
по теме «Интерполяция функций»

Построить интерполяционный полином Лагранжа и интерполяционный полином Ньютона для функции  $y = y(x)$ , заданной таблично

$x$	0	1	2	3
$y$	2.083	3.102	4.529	7.822

Найти приближенные значения функции в точке  $\bar{x} = 1,5$ .

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного уровня  
по теме «Аппроксимация функций»

Для функции, заданной таблично

$x$	0	2	4	6	8	10	12	14
$y$	0,01	-0,53	-1,18	-2,00	-3,08	-4,55	-8,87	-10,00

подобрать эмпирическую формулу  $y = f(x, a, b)$  с двумя параметрами  $a$  и  $b$ .

Определить параметры по методу наименьших квадратов. Оценить погрешность полученной формулы.

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного уровня по теме «Численное дифференцирование функции»

Построить интерполяционный полином Лагранжа и интерполяционный полином Ньютона для функции  $y = y(x)$ , заданной таблично

$x$	0	1	2	3
$y$	2.083	3.102	4.529	7.822

Найти приближенные значения функции в точке  $\bar{x} = 1,5$ .

1. Найти первую центральную разностную производную в заданной точке;
2. По найденному интерполяционному многочлену найти первую производную исходной функции в указанной точке;
3. Найти вторые производные (по разностной формуле и по интерполяционному многочлену);
4. Найти абсолютную и относительную погрешности произведенных вычислений, приняв за точное значение производной по интерполяционному многочлену.

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного уровня по теме «Численное интегрирование функции»

Вычислить приближенно  $\int_0^{\pi} \cos^2 x dx$  с точностью  $\varepsilon = 10^{-3}$ , воспользовавшись той из

формул приближенного интегрирования, которая потребует меньшего объема вычислений. Вычислить определенный интеграл точно и сравнить с приближенным его значением.

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного уровня по теме «Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений»

1. Численно решить дифференциальное уравнение  $y' = \frac{y(y-1)}{x}$ ,  $y(1) = 0,5$  на отрезке  $[1; 2]$  с шагом  $h = 0,2$  методом Эйлера, модифицированным методом Эйлера и методом Рунге-Кутты. Найти точное решение  $y = y(x)$  и сравнить значения точного и приближенных решений в точке  $x = 2$ . Найти абсолютную и относительную погрешности в этой точке для каждого метода. Вычисления вести с четырьмя десятичными знаками.

2. Методом Рунге-Кутты проинтегрировать дифференциальное уравнение  $y'' = -2y + x^2 + 2$ ,  $y(0) = 1$ ,  $y'(0) = 3$  на отрезке  $[0; 0,3]$  с шагом  $h = 0,1$ . Найти аналитическое решение  $y = y(x)$  заданного уравнения и сравнить значения точного и приближенного решений в точках  $x_1 = 0,1$ ,  $x_2 = 0,2$ ,  $x_3 = 0,3$ . Все вычисления вести с шестью десятичными знаками.

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного уровня по теме «Методы минимизации функции одной переменной»



1. Убедившись в унимодальности функции  $f(x) = x^2 - 2x + e^{-x}$  на отрезке  $[0; \frac{\pi}{4}]$ ,

найти

а) методом оптимального пассивного поиска

б) методом деления отрезка пополам

в) методом золотого сечения

точку минимума  $x_*$  функции  $f(x)$  на этом отрезке с точностью  $\varepsilon = 0,05$ .

Вычисления вести с одним запасным знаком.

2. Методом ломаных найти минимум  $f(x_*)$  функции  $f(x) = x^5 - 3x^2 + 1$  на отрезке  $[0,1;1]$  с точностью  $\varepsilon = 0,01$  и точку минимума  $x_*$ .

3. Убедившись в выпуклости функции  $f(x) = x^2 - \sin x$  на отрезке  $[0; \frac{\pi}{2}]$ , найти ее точку минимума  $x_*$  на этом отрезке и минимальное значение  $f(x_*)$  методом касательных, используя в качестве условия достижения требуемой точности неравенство  $|f'(x_k)| \leq 0,01$ .

4. Убедившись в выпуклости функции  $f(x) = 4x^2 + x - 4 + \sin^2 x$  на всей числовой оси, минимизировать ее методом Ньютона. Критерием достижения требуемой точности считать выполнение неравенства  $|f'(x_k)| \leq 10^{-4}$ .

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного уровня

по теме «Методы безусловной минимизации функции нескольких переменных»

1. Минимизировать функцию  $f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^3 + x_1 x_2 - x_1$  методом циклического покоординатного спуска, завершив вычисления при выполнении условий  $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 10^{-3}$ ,  $i = 1, 2$ .

2. Минимизировать квадратичную функцию  $f(x_1, x_2) = 3x_1^2 - 3x_1 x_2 + 4x_2^2 - 2x_1 + x_2$  методом наискорейшего спуска, заканчивая вычисления при выполнении условий  $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 0,01$ ,  $i = \overline{1, n}$ .

3. Минимизировать функцию  $f(x_1, x_2) = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + 1} + \frac{1}{2}x_1 - \frac{1}{2}x_2$  методом сопряженных направлений, заканчивая вычисления при выполнении условий  $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 0,001$ ,  $i = \overline{1, n}$ .

4. Выбрав произвольное начальное приближение, минимизировать функцию  $f(x_1, x_2, x_3) = 4x_1^2 + 3x_2^2 + 8x_3^2 + 2x_1 x_3 - x_2 x_3 + x_1 - 2x_2 + 4x_3$  модифицированным методом Ньютона.

5. Дана задача выпуклого программирования

$$\begin{cases} 4x_1 - x_2 \geq 6, \\ 9x_1 + 8x_2 \leq 157, & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \\ -3x_1 + 11x_2 \geq 16, \end{cases}$$

$$f(x_1, x_2) = x_1 + (x_2 - 11)^2 \rightarrow \min (\max).$$

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

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного уровня  
по теме «Решение задачи линейного программирования»

1. Дана общая задача линейного программирования:

$$\begin{cases} 2x_1 + 9x_2 \geq 18 \\ -2x_1 + 4x_2 \geq 3; \\ 9x_1 + 3x_2 \leq 27 \end{cases} \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \quad L(x) = 5x_1 + x_2$$

а) Построить на плоскости область допустимых решений задачи и геометрически найти максимум и минимум линейной функции цели  $L(x)$ .

б) Записать задачу линейного программирования в каноническом и стандартном виде.

в) Составить М-задачу для максимума и минимума функции цели  $L(x)$  и решить ее.

д) Составить двойственные задачи линейного программирования к задачам на максимум и минимум целевой функции.

2. Предприятию нужно перевезти со склада по железной дороге изделия трех видов  $\dot{E}_1, \dot{E}_2, \dot{E}_3$ ;  $\dot{d} = (428, 672, 672)$  – запасы изделий  $\dot{E}_1, \dot{E}_2, \dot{E}_3$ . Для перевозки изделий подразделение железной дороги может выделить специально оборудованные вагоны двух типов  $\hat{A}$  и  $\hat{A}$ . Для полной загрузки вагонов следует помещать в него изделия всех трех типов. Известно:  $\hat{a} = (2, 3, 2)$  – загрузка вагона типа  $\hat{A}$  изделиями  $\dot{E}_1, \dot{E}_2, \dot{E}_3$ ;  $b = (3, 6, 8)$  – загрузка вагона типа  $\hat{A}$  изделиями  $\dot{E}_1, \dot{E}_2, \dot{E}_3$ ; Экономия от перевозки груза в вагонах типов  $\hat{A}$  и  $\hat{A}$  соответственно равна  $\alpha = 3$  и  $\beta = 8$  условных единиц. Сколько вагонов каждого типа следует выделить, чтобы экономия от перевозки груза была наибольшей? Решить задачу геометрически и Симплекс – методом.

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного уровня  
по теме «Решение задачи выпуклого программирования»

$$\text{Дана задача выпуклого программирования} \begin{cases} 4x_1 - x_2 \geq 6, \\ 9x_1 + 8x_2 \leq 157, \\ -3x_1 + 11x_2 \geq 16, \end{cases} \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0,$$

$$f(x_1, x_2) = x_1 + (x_2 - 11)^2 \rightarrow \min (\max).$$

1. Найти решение задачи графическим методом.

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

### 3.7 Перечень теоретических вопросов к зачету

1. Основные понятия численных методов (определение, сходимости, устойчивость, обусловленность задачи)

2. Основные понятия приближенных вычислений (абсолютная и относительная погрешность, верные и сомнительные значащие цифры, правила округления)
  3. Основные понятия линейной алгебры (СЛАУ, собственные значения и векторы, нормы матрицы и вектора)
  4. Итерационные методы решения СЛАУ (метод итераций, метод Зейделя)
  5. Методы решения нелинейных уравнений (метод половинного деления, метод хорд, касательных (Ньютона), метод итераций)
  6. Интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Погрешность
  7. Интерполяционный многочлен Ньютона (2 формы)
  8. Сплайн-интерполирование
  9. Аппроксимация. Метод наименьших квадратов
  10. Численное дифференцирование, погрешность
  11. Численное интегрирование: формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона.
- Сравнение формул
12. Квадратурная формула Гаусса
  13. Численное решение задачи Коши (метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Рунге-Кутты)
  14. Решение линейной краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка
  15. Унимодальные функции, условия унимодальности;
  16. Методы одномерной минимизации функции (метод оптимального пассивного поиска; метод деления отрезка пополам; метод золотого сечения; метод ломаных);
  17. Выпуклые функции, условия выпуклости;
  18. Методы одномерной минимизации функции с использованием производных (метод касательных; метод Ньютона)
  19. Многомерная безусловная оптимизация, основные определения; Выпуклые множества и выпуклые функции
  20. Методы минимизации функции нескольких переменных Понятие о методах спуска, правило одномерной минимизации;
  21. Метод покоординатного спуска; метод градиентного спуска с постоянным шагом; метод наискорейшего градиентного спуска; метод сопряженных направлений;
  22. Преимущества и недостатки градиентных методов;
  23. Метод Ньютона минимизации функции многих переменных;
  24. Условная многомерная оптимизация, классификация;
  25. Основная задача линейного программирования; виды задач ЛП;
  26. Геометрическая интерпретация основной задачи линейного программирования;
  27. Симплекс-метод решения задач ЛП;
  28. Основная задача выпуклого программирования, условие регулярности, функция Лагранжа.
  29. Седловая точка, теорема Куна-Такера, задача с линейными ограничениями.
  30. Задачи динамического программирования, решение задачи распределения ресурсов.

### 3.11 Перечень типовых простых практических заданий к зачету

1. Построить интерполяционный полином Лагранжа или интерполяционный полином Ньютона для функции  $y = y(x)$ , заданной таблично

$x$	0	1	2	3
$y$	2.083	3.102	4.529	7.822

2. 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

построить линейную эмпирическую функцию  $y = f(x, a, b)$  с двумя параметрами  $a$  и  $b$ . Определить параметры по методу наименьших квадратов. Оценить погрешность полученной формулы.

3. Вычислить приближенно  $\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$  с точностью  $\varepsilon = 10^{-3}$ , методом прямоугольников.

Вычислить определенный интеграл точно и сравнить с приближенным его значением.

4. Численно решить дифференциальное уравнение  $y' = \frac{y}{2x} + x^3$ ,  $y(1) = 1$

на отрезке  $[1; 2]$  с шагом  $h = 0,2$  методом Эйлера. Найти точное решение  $y = y(x)$  и сравнить значения точного и приближенных решений в точке  $x = 2$ . Найти абсолютную и относительную погрешности в этой точке. Вычисления вести с четырьмя десятичными знаками.

5. Составить разностное уравнение для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка  $y'' + 2y' + 10y = 2e^x \cos 3x$  на отрезке  $\left[0; \frac{\pi}{2}\right]$  при

заданных краевых условиях  $y(0) = 0$ ,  $y\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0$  и шаге интегрирования  $h = \frac{\pi}{10}$

методом конечных разностей.

6. Убедиться в унимодальности функции  $f(x) = x^2 - 2x + e^{-x}$  на отрезке  $[1; 1,5]$ .

7. Методом оптимального пассивного поиска точку минимума  $x_*$  функции  $f(x) = x^2 - 2x + e^{-x}$  на отрезке  $[1; 1,5]$  с точностью  $\varepsilon = 0,05$ . Вычисления вести с одним запасным знаком.

8. Найти методом деления отрезка пополам точку минимума  $x_*$  функции  $f(x) = x^2 - 2x + e^{-x}$  на отрезке  $[1; 1,5]$  с точностью  $\varepsilon = 0,05$ . Вычисления вести с одним запасным знаком.

9. Убедиться в выпуклости функции  $f(x) = x - \ln x$  на отрезке  $[0,1; 2]$ .

10. Найти точку минимума  $x_*$  функции  $f(x) = x - \ln x$  на отрезке  $[0,1; 2]$  и минимальное значение  $f(x_*)$  методом касательных, используя в качестве условия достижения требуемой точности неравенство  $|f'(x_k)| \leq 0,1$ .

11. Построить множество  $X = \{(x_1, x_2, x_3) : x_1 \geq 3x_3^2\}$  и установить, является ли оно выпуклым.

12. Найти градиент  $f'(x)$  функции  $f(x_1, x_2, x_3) = x_1^2 + 5x_2^2 + 2x_3^2 + \cos(x_1 - x_2 + x_3)$  и выяснить, является ли функция  $f(x)$  выпуклой во всем пространстве  $E^n$ .

13. Минимизировать функцию  $f(x_1, x_2) = x_1^2 + 12x_2^2 - 2x_1 + 36x_2 - 2$  методом циклического покоординатного спуска, завершив вычисления при выполнении условий  $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 10^{-2}$ ,  $i = 1, 2$ .

14. Минимизировать квадратичную функцию  $f(x_1, x_2) = 7x_1^2 + 2x_1x_2 + 5x_2^2 + x_1 - 10x_2$  методом наискорейшего спуска, заканчивая вычисления при выполнении условий

$$\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 0,1, \quad i = \overline{1, n}.$$

1.

$$\begin{cases} 5x_1 + 2x_2 + x_3 = -1, \\ x_1 + 6x_2 + x_3 = 2, \\ x_1 + 2x_2 - 4x_3 = 2, \end{cases} \quad x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Используя метод простой итерации, найти приближённое решение системы с точностью  $\varepsilon = 1$ .

Ответ:

$$\tilde{x} = \begin{pmatrix} -\frac{17}{60} \\ \frac{3}{8} \\ -\frac{1}{3} \end{pmatrix}$$

2.

$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 + x_3 = 1, \\ 2x_1 + 4x_2 + x_3 = 1, \\ x_1 - x_2 + 5x_3 = 1, \end{cases} \quad x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Используя метод простой итерации, найти приближённое решение системы с точностью  $\varepsilon = 1$ .

Ответ:

$$\tilde{x} = \begin{pmatrix} \frac{4}{15} \\ \frac{1}{30} \\ \frac{2}{15} \end{pmatrix}$$

3.

$$\begin{cases} 5x_1 + x_2 + x_3 = 1, \\ x_1 - 2x_2 = 1, \\ x_1 + 2x_2 - 4x_3 = 2, \end{cases} \quad x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Ответ:

$$\tilde{x} = \begin{pmatrix} \frac{1}{4} \\ -\frac{3}{10} \\ -\frac{2}{5} \end{pmatrix}$$

4. Для уравнения  $f(x) = 0$  с помощью метода Ньютона найти приближённое значение положительного корня с точностью  $\varepsilon = 0.2$ .

$$f(x) = 3x^2 + 4x - 4$$

Ответ:

$$\tilde{x} = \frac{7}{10}$$

5. Для уравнения  $f(x) = 0$  методом Ньютона найти приближённое значение положительного корня с точностью  $\varepsilon = 0.5$ .

$$f(x) = -2x^2 + 3x + 5$$

### 3.12 Перечень типовых практических заданий к зачету

1. Для следующих систем провести 1 шаг
  - а) метода простой итерации;
  - б) метода Зейделя.
 Оценить погрешность полученных приближений

$$\begin{cases} 6x_1 + x_2 - 2x_3 = 1 \\ x_1 + 5x_2 + x_3 = 2 \\ x_1 + 2x_2 + 4x_3 = 3 \end{cases}, x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}$$

1. Построить интерполяционный полином Лагранжа и интерполяционный полином Ньютона для функции  $y = y(x)$ , заданной таблично. Найти значение функции в точке  $x = 1,5$ .

$x$	0	1	2	3
$y$	2.083	3.102	4.529	7.822

2. 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  $y = f(x, a, b)$  с двумя параметрами  $a$  и  $b$ . Определить параметры по методу наименьших квадратов. Оценить погрешность полученной формулы.

3. Вычислить приближенно  $\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$  с точностью  $\varepsilon = 10^{-3}$  одним из известных

методов. Вычислить определенный интеграл точно и сравнить с приближенным его значением.

4. Численно решить дифференциальное уравнение  $y' = \frac{y}{2x} + x^3$ ,  $y(1) = 1$

на отрезке  $[1; 2]$  с шагом  $h = 0,2$  модифицированным методом Эйлера или методом Рунге-Кутты. Найти точное решение  $y = y(x)$  и сравнить значения точного и приближенных решений в точке  $x = 2$ . Найти абсолютную и относительную погрешности в этой точке. Вычисления вести с четырьмя десятичными знаками.

5. Методом Рунге-Кутты проинтегрировать дифференциальное уравнение  $y'' = 2y' - y + e^x$ ,  $y(0) = y'(0) = 1$  на отрезке  $[0; 0,3]$  с шагом  $h = 0,1$ . Найти аналитическое решение  $y = y(x)$  заданного уравнения и сравнить значения точного и приближенного решений в точках  $x_1 = 0,1$ ,  $x_2 = 0,2$ ,  $x_3 = 0,3$ . Все вычисления вести с шестью десятичными знаками.

6. Решить краевую задачу для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка  $y'' + 2y' + 10y = 2e^x \cos 3x$  на отрезке  $\left[0; \frac{\pi}{2}\right]$  при заданных краевых условиях  $y(0) = 0$ ,  $y\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0$  и шаге интегрирования  $h = \frac{\pi}{10}$  методом конечных разностей.

7. Убедиться в унимодальности функции  $f(x) = x^2 - 2x + e^{-x}$  на отрезке  $[1; 1,5]$ . Методом золотого сечения найти точку минимума  $x_*$  функции  $f(x)$  на этом отрезке с точностью  $\varepsilon = 0,05$ . Вычисления вести с одним запасным знаком.

8. Методом ломаных и методом касательных найти минимум  $f(x_*)$  функции  $f(x) = x^4 - x^3 + x - 1$  на отрезке  $[0,2; 2]$  с точностью  $\varepsilon = 0,01$  и точку минимума  $x_*$ . Сравнить полученные результаты.

9. Убедиться в выпуклости функции  $f(x) = x^4 + x + 3 + e^{-2x}$  на всей числовой оси. Методом Ньютона найти ее минимум. Критерием достижения требуемой точности считать выполнение неравенства  $|f'(x_k)| \leq 10^{-4}$ .

10. Минимизировать квадратичную функцию  $f(x_1, x_2) = 7x_1^2 + 2x_1x_2 + 5x_2^2 + x_1 - 10x_2$  методом наискорейшего спуска и методом циклического покоординатного спуска, заканчивая вычисления при выполнении условий  $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 0,01, \quad i = \overline{1, n}$ . Сделать выводы.

11. Минимизировать функцию  $f(x_1, x_2) = x_1^2 + 2x_2^2 + e^{x_1^2 + x_2^2} - x_1 + 2x_2$  методом сопряженных направлений и методом наискорейшего спуска, заканчивая вычисления при выполнении условий  $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 0,001, \quad i = \overline{1, n}$ . Сделать выводы.

12. Выбрав произвольное начальное приближение, минимизировать функцию  $f(x_1, x_2, x_3) = 3x_1^2 + 5x_2^2 + 2x_3^2 + 2x_1x_2 - x_1x_3 - 2x_1 + x_3$  модифицированным методом Ньютона и методом сопряженных направлений. Сделать выводы.

#### **4 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

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
Контрольная работа (КР)	Контрольные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов КР по теме не менее двух. Во время выполнения КР пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения КР, доводит до обучающихся: тему КР, количество заданий в КР, время выполнения КР
Задания репродуктивного уровня	Выполнение заданий репродуктивного уровня, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов заданий по теме не менее пяти. Во время выполнения заданий пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему, количество заданий и время выполнения заданий
Задания реконструктивного уровня	Выполнение заданий реконструктивного уровня, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов заданий по теме не менее пяти. Во время выполнения заданий пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему, количество заданий и время выполнения заданий
Защита лабораторной работы	Защита лабораторной работы проводится во время следующего занятия. Преподаватель последовательно проверяет выполнение работы каждым обучающимся, задавая уточняющие вопросы. Обучающийся должен

	сформулировать цель работы, пояснить порядок ее выполнения, интерпретировать полученные результаты и ответить на контрольные вопросы, которые даны в методическом пособии для выполнения лабораторных работ. После защиты работы преподаватель информирует обучающихся о выставленной ему оценке (баллах).
--	--

Для организации и проведения промежуточной аттестации (в форме зачета/экзамена) 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 к зачету/экзамену для оценки знаний;
- перечень типовых простых практических заданий к зачету/экзамену для оценки умений;
- перечень типовых практических заданий к зачету/экзамену для оценки навыков и (или) опыта деятельности.

Перечень теоретических вопросов и перечни типовых практических заданий разного уровня сложности к зачету/экзамену обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

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

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценочные средства и типовые контрольные задания, используемые при текущем контроле, позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).

### **Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)**

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Оценка
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация в форме зачета проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач (не более двух теоретических и двух практических). Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания в форме собеседования проходит на последнем занятии по дисциплине.



Обучающиеся, не защитившие в течение семестра расчетно-графические и лабораторные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, должны, прежде чем получить зачет, защитить эти РГР и лабораторные.

В разделе «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» приведены типовые контрольные задания, для оценки результатов освоения образовательной программы. Задания, по которым проводятся контрольно-оценочные мероприятия, оформляются в соответствии с формами оформления оценочных средств, приведенными ниже, и не выставляются в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранятся на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.