ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

УТВЕРЖДЕНА
приказом ректора
от «02» июня 2023 г. № 424-1

Б1.О.42 Теория оптимизации

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 10.03.01 Информационная безопасность
Специализация/профиль – Безопасность автоматизированных систем (по отрасли или в сфере профессиональной деятельности)
Квалификация выпускника – Бакалавр
Форма и срок обучения – очная форма 4 года
Кафедра-разработчик программы – Математика

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

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
экзамен 5 семестр

Очная форма обучения **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	5	**Итого**
Вид занятий	Часов по УП	**Часов по УП**
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	68	**68**
– лекции	34	**34**
– практические (семинарские)	17	**17**
– лабораторные	17	**17**
Самостоятельная работа	40	**40**
Экзамен	36	**36**
Итого	144	**144**

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 – бакалавриат по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 17.11.2020 № 1427.

Программу составил(и):
к.т.н, доцент, доцент кафедры Математтика, Е. М. Лыткина

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Математика», протокол от «2» июня 2023 г. № 13

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент Н.Л. Рябченок

СОГЛАСОВАНО

Кафедра «Информационные системы и защита информации», протокол от «2» июня 2023 г. № 12

Зав. кафедрой, к. э. н, доцент Т.К. Кириллова

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели дисциплины	
1	овладение необходимым математическим аппаратом, помогающим моделировать, анализировать и решать оптимизационные задачи с применением ПЭВМ
2	развитие навыков моделирования и исследования оптимизационных задач с ограничениями и без ограничений, с применением вычислительной техники и пакетов прикладных программ
3	развитие логического и алгоритмического мышления
1.2 Задачи дисциплины	
1	получить представление о роли методов оптимизации в профессиональной деятельности
2	изучить необходимый понятийный аппарат дисциплины
3	научиться применять численные методы оптимизации для решения задач прикладного характера
1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
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. Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач: – формирование сознательного отношения к выбранной профессии; – воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность; – формирование психологии профессионала; – формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения; – формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли	

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть
2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины	
1	Б1.О.07 Математический анализ
2	Б1.О.10 Дискретная математика
3	Б1.О.12 Теория вероятностей и математическая статистика
4	Б1.О.15 Алгебра и геометрия
5	Б1.О.16 Вычислительная математика
6	Б1.О.17 Математическая логика и теория алгоритмов
7	Б1.О.18 Численные методы
8	Б1.О.26 Теория информации
9	Б2.О.01(У) Учебная - ознакомительная практика
10	Б2.О.02(У) Учебная - учебно-лабораторная практика
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
2	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		
Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Планируемые результаты обучения**
ОПК-3 Способен использовать необходимые математические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.3 Имеет навыки применения математических методов и моделирования для решения задач профессиональной деятельности	Знать: основные определения, понятия теории оптимизации; основные математические методы и алгоритмы решения задач дисциплины
		Уметь: представлять математическую постановку задач профессиональной деятельности; выбирать оптимальный метод решения стандартных профессиональных задач и обосновывать свой выбор; представлять полученные при решении результаты в терминах предметной области
		Владеть: основными понятиями, терминами теории оптимизации; математическим аппаратом дисциплины; навыками выбора и применения методов, алгоритмов для решения профессиональных задач

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ							
Код	**Наименование разделов, тем и видов работ**	**Очная форма**					***Код индикатора достижения компетенции**
		Семестр	**Часы**				
			Лек	**Пр**	**Лаб**	**СР**	
1.0	**Раздел 1. Методы оптимизации функции одной переменной.**						
1.1	Понятие о задачах оптимизации, Необходимые и достаточные условия безусловного и условного экстремума. Понятие о численных методах оптимизации	5	2	2		1	ОПК-3.3
1.2	Сравнение методов последовательного поиска. Методы полиномиальной аппроксимации и методы с использованием производных (метод касательных, метод Ньютона)	5	4				ОПК-3.3
1.3	Лабораторная работа №1. Знакомство с работой в ППП Matlab	5			2		ОПК-3.3
1.4	Лабораторная работа №2. Знакомство с принципами программирования в ППП Matlab	5			2		ОПК-3.3
1.5	Лабораторная работа №3. Одномерная минимизация функции, методы нулевого порядка	5			4		ОПК-3.3
2.0	**Раздел 2. Методы оптимизации функции нескольких переменных.**						
2.1	Понятие о методах спуска. Методы покоординатного спуска. Общая схема градиентных методов. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных направлений. Метод Ньютона и модифицированный метод Ньютона	5	6	2			ОПК-3.3
2.2	Постановка задачи условной минимизации функции нескольких переменных. Методы решения задач нелинейного программирования: метод множителей Лагранжа. Теорема Куна-Такера. Метод условного градиента	5	6	3			ОПК-3.3
2.3	Выпуклые множества, выпуклые функции. Дифференцируемые выпуклые функции, условия минимума выпуклых функций. Теоремы отделимости, системы выпуклых и линейных неравенст	5	4	2			ОПК-3.3
2.4	Выполнение РГР по методам безусловной и услов-ной минимизации /	5				11	ОПК-3.3
2.5	Лабораторная работа №4. Одномерная минимизация функции, методы первого и второго порядков	5			2	10	ОПК-3.3
2.6	Лабораторная работа №5. Многомерная минимизация функции, методы второго порядка	5			2	4	ОПК-3.3
2.7	Лабораторная работа № 6 Многомерная минимизация функции, методы первого по-рядка	5			2		ОПК-3.3
2.8	Лабораторная работа № 7. Условная минимизация функции многих переменных, Решение задач выпуклого программирования	5			1		ОПК-3.3
3.0	**Раздел 3. Методы решения вариационных задач.**						
3.1	Общая постановка задачи, основные положения	5	2	2		3	ОПК-3.3
3.2	Вариационные задачи поиска безусловного экстре-мума	5	2	2		3	ОПК-3.3
3.3	Вариационные задачи поиска условного экстремум	5	2	2		3	ОПК-3.3
4.0	**Раздел 4. Элементы оптимального управления.**						
4.1	Постановка задачи оптимального управления. Прин-цип максимума Понтрягина. Методы решения крае-вой задачи принципа максимума. Связь с классическим вариационным исчислением	5	6	2		5	ОПК-3.3
4.2	Лабораторная работа № 8. Решение задач оптимального управления	5			2		ОПК-3.3
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	5	36				ОПК-3.3
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		34	17	17	40	

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	Ванько, В. И. Вариационное исчисление и оптимальное управление : Учеб. для втузов / В. И. Ванько, О. В. Ермошина, Г. Н. Кувыркин ; ред. : В. С. Зарубин, А. П. Крищенко. М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. - 481с.	Онлайн
6.1.1.2	Пантелеев, А. В. Вариационное исчисление в примерах и задачах : учеб. пособие / А. В. Пантелеев. М. : Высш. шк., 2006. - 272с.	Онлайн
6.1.1.3	Измаилов, А. Ф. Численные методы оптимизации : учебное пособие / А. Ф. Измаилов, В. М. Солодков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Физматлит, 2008. — 320 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69317 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.4	Сухарев, А. Г. Курс методов оптимизации : учебное пособие / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. — 2-е изд. — Москва : Физматлит, 2011. — 368 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76629 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.5	Толпегин, О. А. Математическое программирование. Вариационное исчисление : учебное пособие для вузов / О. А. Толпегин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2023. — 233 с. — URL: https://urait.ru/bcode/513310 (дата обращения: 22.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн

6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Ашманов, С. А. Теория оптимизации в задачах и упражнениях : учеб. пособие / С. А. Ашманов, А. В. Тимохов. — Изд. 2-е, стер. — СПб. : Лань, 2012. — 447 с. — Текст : непосредственный.	Онлайн
6.1.2.2	Курс математики для технических высших учебных заведений / В. Б. Миносцев, Н. А. Берков, В. Г. Зубков. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — Ч. 3 : Дифференциальные уравнения. Уравнения математической физики. Теория оптимизации, 2022. — 528 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/211358 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн

6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Лыткина , Е.М. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.18 Численные методы направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность, профиль Безопасность автоматизированных систем (по отрасли или в сфере профессиональной деятельности) / Е.М.Лыткина; Иркут. гос. ун-т путей сообщ. – Иркутск: ИрГУПС, 2023. – 13 с - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_5981_1480_2023_1_signed.pdf	Онлайн

6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», https://e.lanbook.com/
6.2.2	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», https://biblioclub.ru/

6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы

6.3.1 Базовое программное обеспечение

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 http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License
6.3.2 Специализированное программное обеспечение	
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 №3341000100110001 14-0000756-01
6.3.3 Информационные справочные системы	
6.3.3.1	Не предусмотрены
6.4 Правовые и нормативные документы	
6.4.1	Не предусмотрены

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
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 Д-216 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, экран, (ноутбук переносной).
3	Учебная аудитория Г-203 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, экран, (ноутбук переносной).
4	Учебная аудитория Г-121 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, экран, (ноутбук переносной).
5	Учебная аудитория Г-207 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. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
6	Учебная аудитория Г-212 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. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
7	Учебная аудитория Г-223 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. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (плакаты).
8	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).
9	Учебная аудитория Г-315 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.
10	Учебная аудитория Д-417 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, экран, (ноутбук переносной).

11	Учебная аудитория Г-115 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.
12	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	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. 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 помечать 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 удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии
Практическое занятие	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. 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
Лабораторная работа	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. Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть: - экспериментальная проверка формул, методик расчета; - проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов; - 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.; - наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения; - имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах; - наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест); - установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.; - ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.; - установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик; - анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов; - расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.); - наблюдение развития явлений, процессов и др. Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций. По характеру выполняемых лабораторных работ возможны: - ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы; - аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов; - творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач. Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину
Самостоятельная работа	Обучение по дисциплине «Теория оптимизации» 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 удается, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора. 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»
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 «Теория оптимизации» участвует в формировании компетенций:

ОПК-3. Способен использовать необходимые математические методы для решения задач профессиональной деятельности

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
5 семестр				
1.0	**Раздел 1. Методы оптимизации функции одной переменной**			
1.1	Текущий контроль	Понятие о задачах оптимизации, Необходимые и достаточные условия безусловного и условного экстремума. Понятие о численных методах оптимизации	ОПК-3.3	Задания репродуктивного уровня к текстам (устно/письменно)
1.2	Текущий контроль	Сравнение методов последовательного поиска. Методы полиномиальной аппроксимации и методы с использованием производных (метод касательных, метод Ньютона)	ОПК-3.3	
1.3	Текущий контроль	Лабораторная работа №1. Знакомство с работой в ППП Matlab	ОПК-3.3	Лабораторная работа (письменно/устно)
1.4	Текущий контроль	Лабораторная работа №2. Знакомство с принципами программирования в ППП Matlab	ОПК-3.3	Лабораторная работа (письменно/устно)
1.5	Текущий контроль	Лабораторная работа №3. Одномерная минимизация функции, методы нулевого порядка	ОПК-3.3	Лабораторная работа (письменно/устно)
2.0	**Раздел 2. Методы оптимизации функции нескольких переменных**			
2.1	Текущий контроль	Понятие о методах спуска. Методы покоординатного спуска. Общая схема градиентных методов. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных направлений. Метод Ньютона и модифицированный метод Ньютона	ОПК-3.3	
2.2	Текущий контроль	Постановка задачи условной минимизации функции нескольких переменных. Методы решения задач нелинейного программирования: метод множителей Лагранжа. Теорема Куна-Такера. Метод условного градиента	ОПК-3.3	
2.3	Текущий контроль	Выпуклые множества, выпуклые функции. Дифференцируемые выпуклые функции, условия минимума выпуклых функций. Теоремы отделимости, системы выпуклых и линейных	ОПК-3.3	

		неравенств		
2.4	Текущий контроль	Выполнение РГР по методам безусловной и условной минимизации /	ОПК-3.3	Расчетно-графическая работа (РГР) (письменно)
2.5	Текущий контроль	Лабораторная работа №4. Одномерная минимизация функции, методы первого и второго порядков	ОПК-3.3	Лабораторная работа (письменно/устно)
2.6	Текущий контроль	Лабораторная работа №5. Многомерная минимизация функции, методы второго порядка	ОПК-3.3	Лабораторная работа (письменно/устно)
2.7	Текущий контроль	Лабораторная работа № 6 Многомерная минимизация функции, методы первого порядка	ОПК-3.3	Лабораторная работа (письменно/устно)
2.8	Текущий контроль	Лабораторная работа № 7. Условная минимизация функции многих переменных, Решение задач выпуклого программирования	ОПК-3.3	Лабораторная работа (письменно/устно)
3.0	**Раздел 3. Методы решения вариационных задач**			
3.1	Текущий контроль	Общая постановка задачи, основные положения	ОПК-3.3	
3.2	Текущий контроль	Вариационные задачи поиска безусловного экстремума	ОПК-3.3	Задания репродуктивного уровня к текстам (устно/письменно)
3.3	Текущий контроль	Вариационные задачи поиска условного экстремум	ОПК-3.3	
4.0	**Раздел 4. Элементы оптимального управления**			
4.1	Текущий контроль	Постановка задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина. Методы решения краевой задачи принципа максимума. Связь с классическим вариационным исчислением	ОПК-3.3	Задания репродуктивного уровня к текстам (устно/письменно)
4.2	Текущий контроль	Лабораторная работа № 8. Решение задач оптимального управления	ОПК-3.3	Лабораторная работа (письменно/устно)
	Промежуточная аттестация		ОПК-3.3	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	Расчетно-графическая работа (РГР) (письменно)	Средство для проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по разделу дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Типовое задание для выполнения расчетно-графической работы по разделам/темам 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
3	Задания репродуктивного уровня к текстам	Средство, позволяющее оценивать и диагностировать знания и умения правильно использовать языковой (грамматические структуры, лексические единицы) и речевой (обусловленные контекстом образцы высказываний различного уровня сложности) текстовый материал, а также стратегии и навыки различных видов чтения (поискового, изучающего, просмотрового) для решения смоделированных задач в рамках определенной темы (раздела) дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся	Учебные адаптированные и оригинальные неадаптированные тексты с заданиями

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

Расчетно-графическая работа (РГР)

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание РГР. Показал отличные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. РГР оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»		Обучающийся выполнил задание РГР с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении РГР
«удовлетворительно»		Обучающийся выполнил задание РГР с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления РГР имеет недостаточный уровень

«неудовлетворительно»	«не зачтено»	При выполнении РГР обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала

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

Задания репродуктивного уровня к текстам

Шкалы оценивания		Критерий оценки
«отлично»	«зачтено»	При проверке умений поискового чтения обучающийся понял основное содержание оригинального текста, может выделить основную мысль, определить отдельные факты, умеет догадываться о значении незнакомых слов из контекста, либо по словообразовательным элементам, либо по сходству с родным языком. При проверке умений изучающего чтения обучающийся полностью понял текст. При просмотровом чтении обучающийся может достаточно быстро просмотреть текст и выбрать правильно запрашиваемую информацию. Задания к тексту выполнены полностью, все ответы верны
«хорошо»		При проверке умений поискового чтения обучающийся понял основное содержание оригинального текста, может выделить основную мысль, определить отдельные факты, однако выявлено недостаточное развитие языковой догадки, что затрудняет понимание обучающимся некоторых незнакомых слов и вынуждает его часто обращаться к словарю. При проверке умений изучающего чтения обучающийся полностью понял текст, но многократно обращался к словарю. При просмотровом чтении

		обучающийся находит примерно 2/3 заданной информации при быстром просмотре текста. Задания к тексту выполнены с небольшими неточностями
«удовлетворительно»		При проверке умений поискового чтения обучающийся не совсем точно понял основное содержание прочитанного, умеет выделить в тексте только небольшое количество фактов, совсем не развита языковая догадка. Темп чтения текста низкий. При проверке умений изучающего чтения обучающийся понял текст не полностью, не владеет приемами его смысловой переработки. При просмотровом чтении обучающийся находит примерно 1/3 заданной информации. Задания к тексту выполнены с существенными неточностями
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	При проверке умений поискового чтения обучающийся практически не понял содержание текста или понял неправильно, не ориентируется в тексте при поиске определенных фактов, не умеет семантизировать тематическую лексику. При проверке изучающего чтения выявлено, что текст обучающимся не понят. Незнакомые слова может найти в словаре с трудом. При просмотровом чтении обучающийся практически не ориентируется в тексте. Задания к тексту не выполнены

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

3.1 Типовые контрольные задания для выполнения расчетно-графических работ

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

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения расчетно-графических работ.

Образец типового варианта расчетно-графической работы
«Выполнение РГР по методам безусловной и условной минимизации /»

1. 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_*.

2. 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 $|f'(x_k)| \le 0{,}01$.

3. 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 $|f'(x_k)| \le 10^{-4}$.

4 Минимизировать функцию $f(x_1,x_2) = x_1^2 + x_2^3 + x_1x_2 - x_1$ методом циклического покоординатного спуска, завершив вычисления при выполнении условий $\left|\frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i}\right| \le 10^{-3}$, $i = 1,2$.

5. Минимизировать квадратичную функцию $f(x_1,x_2)=3x_1^2-3x_1x_2+4x_2^2-2x_1+x_2$ методом наискорейшего спуска, заканчивая вычисления при выполнении условий $\left|\frac{\partial f\left(x^{(k)}\right)}{\partial x_i}\right|\le 0{,}01$, $i=\overline{1,n}$.

6. 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 $\left|\frac{\partial f\left(x^{(k)}\right)}{\partial x_i}\right|\le 0{,}001$, $i=\overline{1,n}$.

7. Выбрав произвольное начальное приближение, минимизировать функцию $f(x_1,x_2,x_3)=4x_1^2+3x_2^2+8x_3^2+2x_1x_3-x_2x_3+x_1-2x_2+4x_3$ модифицированным методом Ньютона.

8. Дана задача выпуклого программирования

$$\begin{cases} 4x_1-x_2\ge 6, \\ 9x_1+8x_2\le 157, \\ -3x_1+11x_2\ge 16, \end{cases} \quad x_1\ge 0,\ x_2\ge 0,$$

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

Найти решение задачи графическим методом. 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 выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Лабораторная работа №1. Знакомство с работой в ППП Matlab»

Знакомство с работой ППП Matlab, работа с массивами, построение графиков

«Лабораторная работа №2. Знакомство с принципами программирования в ППП Matlab»

Знакомство с принципами программирования в ППП Matlab, написание простейших программ

«Лабораторная работа №3. Одномерная минимизация функции, методы нулевого порядка»

Найти минимум функции одной переменной методами нулевого порядка, исследовать погрешность, скорость сходимости

«Лабораторная работа №4. Одномерная минимизация функции, методы первого и второго порядков»

Найти минимум функции одной переменной методами первого и второго порядков, исследовать погрешность, скорость сходимости

«Лабораторная работа №5. Многомерная минимизация функции, методы второго порядка»

Найти минимуму функции многих переменных градиентными методами, исследовать погрешность, скорость сходимости

«Лабораторная работа № 6 Многомерная минимизация функции, методы первого по-рядка»

Найти минимуму функции многих переменных методами Ньютона и его модификацией, исследовать погрешность, скорость сходимости

«Лабораторная работа № 7. Условная минимизация функции многих переменных, Решение задач выпуклого программирования»

Решить задачу выпуклого программирования средствами Matlab/

«Лабораторная работа № 8. Решение задач оптимального управления»

Решить задачу оптимального управления средствами Matlab

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-3.3	Понятие о задачах оптимизации, Необходимые и достаточные условия безусловного и условного экстремума. Понятие о численных методах оптимизации	Знание	5 – ОТЗ 5 – ЗТЗ
		Умение	3 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3 – ОТЗ 3 – ЗТЗ
ОПК-3.3	Сравнение методов последовательного поиска. Методы полиномиальной аппроксимации и методы с использованием производных (метод касательных, метод Ньютона)	Знание	11 – ОТЗ 11 – ЗТЗ
		Умение	11 – ОТЗ 13 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	8 – ОТЗ 8 – ЗТЗ
ОПК-3.3	Понятие о методах спуска. Методы покоординатного спуска. Общая схема градиентных методов. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных направлений. Метод Ньютона и модифицированный метод Ньютона	Знание	9– ОТЗ 9 – ЗТЗ
		Умение	9– ОТЗ 9– ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	9– ОТЗ 9– ЗТЗ
ОПК-3.3	Постановка задачи условной минимизации функции нескольких переменных. Методы решения задач нелинейного программирования: метод множителей Лагранжа. Теорема Куна-Такера. Метод условного градиента	Знание	9– ОТЗ 9– ЗТЗ
		Умение	9 – ОТЗ 9– ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	9– ОТЗ 9– ЗТЗ
ОПК-3.3	Выпуклые множества, выпуклые функции. Дифференцируемые выпуклые функции, условия минимума выпуклых функций. Теоремы отделимости, системы выпуклых и линейных неравенств	Знание	9– ОТЗ 9– ЗТЗ
		Умение	9– ОТЗ 9– ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	9– ОТЗ 9– ЗТЗ
ОПК-3.3	Общая постановка задачи, основные положения	Знание	3– ОТЗ 3– ЗТЗ

		Умение	3– ОТЗ 3– ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3– ОТЗ 3– ЗТЗ
ОПК-3.3	Вариационные задачи поиска безусловного экстремума	Знание	3– ОТЗ 3– ЗТЗ
		Умение	3– ОТЗ 3– ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3– ОТЗ 3– ЗТЗ
ОПК-3.3	Вариационные задачи поиска условного экстремум	Знание	3– ОТЗ 3– ЗТЗ
		Умение	3– ОТЗ 3– ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3– ОТЗ 3– ЗТЗ
ОПК-3.3	Постановка задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина. Методы решения краевой задачи принципа максимума. Связь с классическим вариационным исчислением	Знание	3– ОТЗ 3– ЗТЗ
		Умение	3– ОТЗ 3– ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3– ОТЗ 3– ЗТЗ
		Итого	158 – ОТЗ 158– 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 типового итогового теста по дисциплине «Теории оптимизации»

1. Дополните:
   Процесс нахождения экстремума (глобального минимума или максимума) некоторой функции или выбор наилучшего (оптимального) варианта из множества возможных называется .....

2. Выберите правильный ответ:
   Чтобы найти экстремум функции классическим методом, необходимо решить уравнение:
   1). $f'(x)=0$;
   2) $f'(x)=const$;
   3) $f(x)=0$;
   4) $\int f(x)dx=0$.

3. Установите соответствие
   В методах дихотомии (метод половинного деления отрезка и метод золотого мечения отрезка) точка минимума x_*:

   1) $x_* \in [a_{k+1}, \beta_k]$ — А) если $f(\alpha_k) \le f(\beta_k)$
   2) $x_* \in [\alpha_k, b_{k+1}]$ — В) если $f(\alpha_k) > (\beta_k)$
   3) $x_* = a_{k+1}$ — С) $f'(a_{k+1})=0$

4) $x_* = b_{k+1}$

Д) $f'(b_{k+1}) = 0$

Е) $f(a_{k+1}) = 0$

Ж) $f(b_{k+1}) = 0$

где точки a_{k+1}, b_{k+1} - концы k+1 отрезка, точки $\alpha_{k+1}, \beta_{k+1}$ - точки очередного сечения отрезка в заданном отношении.

4. Установите правильную последовательность де2йствии при нахождении очередного приближения к точки минимума в методе касательных:

   А) проверить выполнение условия $f'(a_0) \cdot f'(b_0) < 0$;

   В) Вычислить значение по формуле $x_k = \dfrac{b_k f'(b_k) - a_k f'(a_k) + f(a_k) - f(b_k)}{f'(b_k) - f'(a_k)}$;

   С) Проверить условие $f'(x_k) \geq 0$;

   Д) Выбрать отрезок $[a_{k+1}, b_{k+1}]$, сдвинув один из концов предыдущего отрезка в точку x_k;

   Е) Проверить условие $|f'(x_{k+1})| < \varepsilon$ /

5. Выберите правильный ответ:

   Для нахождения точки минимума функции одной переменной методом Ньютона строиться последовательность приближений по формуле:

   1) $x_{k+1} = x_k - \dfrac{f'(x_k)}{f''(x_k)}, k = 0,1,2,...$;

   2) $x_{k+1} = x_k + \dfrac{f'(x_k)}{f''(x_k)}, k = 0,1,2,...$;

   3) $x_{k+1} = x_k - \dfrac{f'(x_k)}{f(x_k)}, k = 0,1,2,...$;

   4) $x_{k+1} = x_k + \dfrac{f(x_k)}{f'(x_k)}, k = 0,1,2,...$.

6. Установите соответствие:

   Установите соответствие между методами отыскания минимума функции одной переменной и формулами построения последовательности приближений:

   1) Метод Ньютона — А) $x_{k+1} = x_k - \dfrac{f'(x_k)}{f''(x_k)}, k = 0,1,2,...$

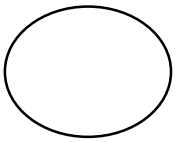
   2) Метод касательных — Б) $x_k = \dfrac{b_k f'(b_k) - a_k f'(a_k) + f(a_k) - f(b_k)}{f'(b_k) - f'(a_k)}$;

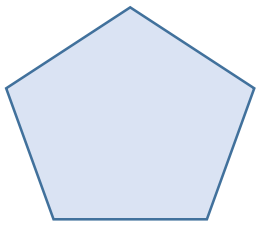
   3) Метод ломаных — С) $x_k' = \bar{x}_k - \Delta_k$, $x_k'' = \bar{x}_k + \Delta_k$, $\Delta_k = \dfrac{f(\bar{x}_k) - \bar{y}_k}{2L}$, $y_2 = \dfrac{f(\bar{x}_k) + \bar{y}_k}{2}$

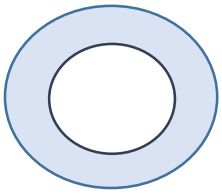
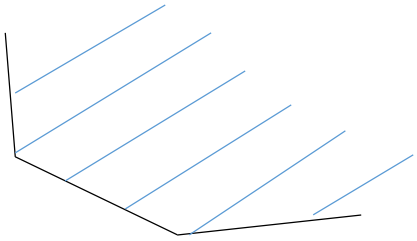
   4) Методы дихотомии — Д) $f(\alpha_k) \leq f(\beta_k) \Rightarrow a_{k+1} = a_k, b_{k+1} = \beta_k$, $x_* \in [a_{k+1}, b_{k+1}]$

7. Выберите правильные ответы:

   Укажите, какие из множеств являются выпуклыми:

   1) 

   3) 

2)  4) 

:

8. Выберете правильныt ответs
Необходимое условие существования минимума функции многих переменных определяется уравнением:
1) $\dfrac{\partial f(\bar{x})}{\partial x_i} = 0, i = \overline{1,n}\ 4$
2) $\nabla f(\bar{x}) = 0$;
3) $f(x_1, x_2) = 0$;
4) $\Delta f(\bar{x}) = 0$.

9. Выберите правильный ответ:
В методе скорейшего градиентного спуска величина шага α_k в направлении градиента выбирается:
1) как результат решения задачи одномерной минимизации относительно α_k;
2) независимо от номера итерации k;
3) постоянным.

10. Установите соответствие:
В методах градиентного спуска очередное приближение к точке минимума ищется как:

1) Метод с постоянным шагом	А) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k - \alpha \cdot \nabla f(\bar{x}^k), \alpha = const$
2) Метод скорейшего спуска	Б) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k - \alpha_k \cdot \nabla f(\bar{x}^k), k = 0,1,2,...$
3) Метод сопряженных градиентов	В) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k + \alpha_k \bar{p}^k, \bar{p}^k = -\nabla f(\bar{x}^k) + \beta_k \bar{p}^{k-1}$
	Г) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k + \alpha \cdot f(\bar{x}^k), \alpha = const$

11. Выберите правильный ответ:
Для того, чтобы модифицированный метод Ньютона для отыскания минимума функции многих переменных сходился, необходимо следить за выполнением условия для матрицы Гессе $H(\bar{x}^k)$ исходной функции::
1) $H(\bar{x}^k) > 0$ \$
2) $H(\bar{x}^k) < 0$
3) $H(\bar{x}^k) = 0$
4) $H(\bar{x}^k) \neq 0$

12. Установите соответствие:
Для нахождения точки минимума функции многих переменных $f(\bar{x}), \bar{x} = (x_1, x_2, ..., x_n)$ методом Ньютона и модифицированным методом Ньютона необходимо провести вычисления по формуле:

1). для метода Ньютона	А) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k - H(\bar{x}^k)^{-1} \cdot \nabla f(\bar{x}^k)$
2). Для модифицированного метода Ньютона	В) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k - \alpha_k \cdot H(\bar{x}^k)^{-1} \cdot \nabla f(\bar{x}^k)$
	С) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k + H(\bar{x}^k)^{-1} \cdot \nabla f(\bar{x}^k)$

Д) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k + \alpha_k \cdot H(\bar{x}^k)^{-1} \cdot \nabla f(\bar{x}^k)$

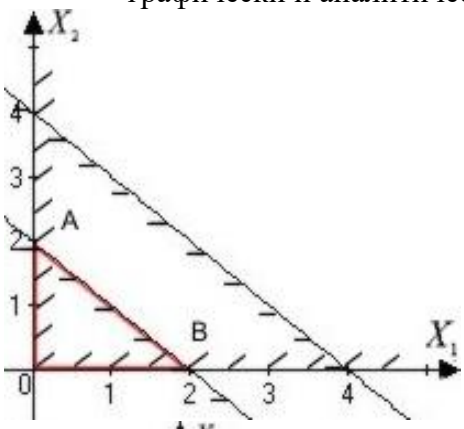
где $H(\bar{x}^k)$ - матрица Гессе (матрица вторых производных) функции, $\nabla f(\bar{x}^k)$ - градиент исходной функции.

13. Дополните:
Задача нахождения минимума функции многих переменных при наличии дополнительных условий на переменные называется задачей ….. минимизации.

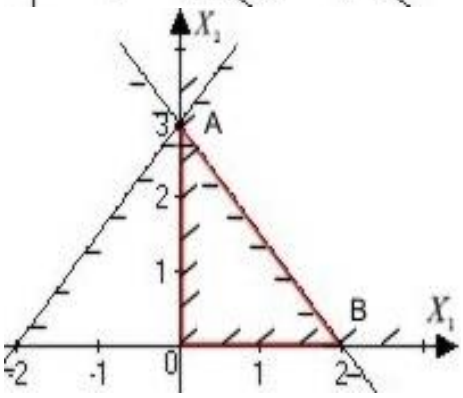
14. Выберите правильные ответы:
Основная задача выпуклого программирования записывается в виде:
1) $f(\bar{x}) \to \min$, $\varphi_i(\bar{x}) \le 0, \bar{x} \ge 0, i = \overline{1,m}$
2) $f(\bar{x}) \to extre$ $\varphi_i(\bar{x}) = 0, \bar{x} \ge 0, i = \overline{1,m}$
3) $f(\bar{x}) \to \max$ $\varphi_i(\bar{x}) \ge 0, \bar{x} \ge 0, i = \overline{1,m}$
4) $f(\bar{x}) \to extr$ $\varphi_i(\bar{x}) \ne 0, \bar{x} \ne 0, i = \overline{1,m}$

15. Выберите правильный ответ:
Для решения задачи выпуклого программирования для функции двух переменных можно применять:
1) Графический метод;
2) Симплекс-метод;
3) Метод множителей Лагранжа;
4) Метод потенциалов

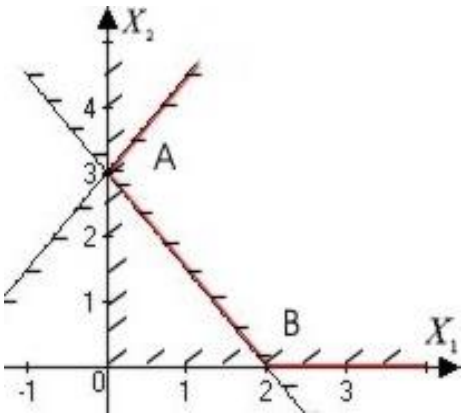
16. Установите соответствие между множествами допустимых значений, заданных графически и аналитически:



$$\begin{cases} x_1 + x_2 \le 4, \\ x_1 + x_2 \le 2, \\ x_{1,2} \ge 0. \end{cases}$$



$$\begin{cases} \dfrac{x_1}{2} + \dfrac{x_2}{3} \le 1, \\ -\dfrac{x_1}{2} + \dfrac{x_2}{3} \le 1, \\ x_{1,2} \ge 0. \end{cases}$$



$$\begin{cases} \dfrac{x_1}{2} + \dfrac{x_2}{3} \geq 1, \\ -\dfrac{x_1}{2} + \dfrac{x_2}{3} \leq 1, \\ x_{1,2} \geq 0. \end{cases}$$

17. Для задачи выпуклого программирования $f(\overline{x}) \to \min$, $\varphi_i(\overline{x}) \leq 0, \overline{x} \geq 0, i = \overline{1,m}$ функция Лагранжа записывается в виде:

1) $L(\overline{x}, \overline{\lambda}) = f(\overline{x}) + \sum_{i-1}^{m} \lambda_i \varphi_i(\overline{x})$ \$

2) $L(\overline{x}, \overline{\lambda}) = f(\overline{x}) + \sum_{i-1}^{m} (\lambda_i - \varphi_i(\overline{x}))$

3) $L(\overline{x}, \overline{\lambda}) = f(\overline{x}) - \sum_{i-1}^{m} \lambda_i + \varphi_i(\overline{x})$

4) $L(\overline{x}, \overline{\lambda}) = \lambda_i f(\overline{x}) + \sum_{i-1}^{m} \varphi_i(\overline{x})$

18. Точка (x_i^*, λ_i^*) называется ..... точкой функции Лагранжа, если n- мерная точка $\overline{x}^*$ точкой минимума функции $L(\overline{x}, \overline{\lambda}^*)$, а m-мерная очка $\overline{\lambda}^*$ точкой максимума функции $L(\overline{x}^*, \overline{\lambda})$, что для всех $\overline{x}, \overline{\lambda}$ выполняется неравенство $L(\overline{x}^*, \overline{\lambda}) \leq L(\overline{x}^*, \overline{\lambda}^*) \leq L(\overline{x}, \overline{\lambda}^*)$

19. Выберите правильный ответ:

Экстремум функционала $V(y(x)) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} ((y')^2 - y^2)\, dx$ равен:

1) $y = C_1 \cos x + C_2 \sin x$
2) $y = \cos x (C_1 + C_2)$
3) $y = C_1 \cos x + C_2$
4) $y = C_1 + C_2 \sin x$
5) $y = C_1 e^x + C_2 x e^x$

20. Отметьте правильный ответ
Среди кривых, соединяющих точки А (1;3) и В (2;5) минимум функционала

$V(y(x)) = \int_1^2 y'(1 + x^2 y')\, dx$ достигается на кривой:

1) $y = 7 - \frac{4}{x}$

2) $y = \frac{1}{7} - 4x$

3) $y = 7 + \frac{4}{x}$

4) $y = \frac{4}{x} - 7$

5) $y = 7 - 4x$

3.4 Типовые контрольные задания репродуктивного уровня к текстам

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

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий репродуктивного уровня к текстам.

Образец задания репродуктивного уровня к тексту
«Понятие о задачах оптимизации, Необходимые и достаточные условия безусловного и условного экстремума. Понятие о численных методах оптимизации»

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

Образец задания репродуктивного уровня к тексту
«Вариационные задачи поиска безусловного экстремума»

1. Найти вариацию функционала

$$V(y(x)) = \int_1^e (yy' + xy'^2)\,dx, \quad y = \ln x, \quad \delta y = \frac{\alpha(x-1)}{e-1}.$$

2. Исследовать функционал на экстремум

$$V(y(x)) = \int_{x_0}^{x_1} y^2\,dx, \quad y(x_0) = y_0, \quad y(x_1) = y_1.$$

3. Записать условие трансверсальности для функционала

$$V(y(x)) = \int_{x_0}^{x_1} A(x, y)\sqrt{1 + y'^2}\,dx.$$

4. Выяснить, существуют ли ломаные экстремали для функционала

$$V(y(x)) = \int_{x_0}^{x_1} y'^2(1 - y')^2\,dx\,?$$

5. Исследовать на экстремум функционал

$$V(y(x)) = \int_0^{\frac{\pi}{4}} (4y^2 - y'^2 + 8y)\,dx, \quad y(0) = -1, \quad y\left(\frac{\pi}{4}\right) = 0.$$

6. Выполнено ли условие Якоби для экстремали функционала

$$V(y(x)) = \int_{x_0}^{x_1} \frac{1+y^2}{y'^2}\,dx, \quad y(x_0) = y_0, \quad y(x_1) = y_1\,?$$

7. Решить изопериметрическую задачу

$$V(y(x)) = \int_0^{\pi} y'^2\,dx, \quad y(0) = 1, \quad y(\pi) = -1`, \quad \int_0^{\pi} y\cos x\,dx = \frac{\pi}{2}.$$

8. Среди кривых длиной *l*, соединяющих точки $M_1(x_1, y_1)$ и $M_2(x_2, y_2)$, найти ту, центр тяжести которой лежит наиболее низко.

Образец задания репродуктивного уровня к тексту
«Постановка задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина. Методы решения краевой задачи принципа максимума. Связь с классическим вариационным исчислением»

1. С помощью принципа максимума решить задачу быстродействия при условиях $\dot{x}^1 = x^2$, $\dot{x}^2 = u(t)$, $x(0) \in S_0$, $x(T) \in S_1$; $u(t) \in V = \{u \in E^1 : |u| \le 1\}$, где $S_0 = \{x \in E^2 : h(x) \equiv |x|^2 = 1\}$, $S_1 = \{x \in E^2, g(x) \equiv x^1 = 0\}$/
2. Применить принцип максимума к задаче: $J(u) = \int_0^0 |u(t)|^2\,dt \to \inf$; $\dot{x}^1 = x^2$, $\dot{x}^2 = u^1(t)$, $\dot{x}^3 = x^4$, $\dot{x}^4 = u^2(t) - g\,(0 \le t \le 1)$; $x(0) = (-1,0,0,0)$, $x(T) = (0,0,0,0)$. Здесь $x = (x^1, x^2, x^3, x^4)$, $u = (u^1, u^2)$; $g = const \ge 0$
3. Показать, что в задаче $J(u) = \int_0^0 (x^2(t) - u^2(t))dt \to \inf$; $\dot{x} = u(t)$, $u(t) \in V = \{u \in E^1 : |u| \le 1\}$ $(0 \le t \le 1)$; $x(0) = 0$, оптимальное управление не существует, $\inf J(u) = -1$. Что дает здесь применение принципа максимума.

3.5 Перечень теоретических вопросов к экзамену

(для оценки знаний)

1. Основные понятия и определения;
2. Унимодальные функции, условия унимодальности;
3. Классический метод минимизации функции одной переменной;
4. Метод оптимального пассивного поиска;
5. Метод деления отрезка пополам;
6. Метод золотого сечения;
7. Метод ломаных;
8. Выпуклые функции, условия выпуклости;
9. Метод касательных;
10. Метод Ньютона минимизации функции одной переменной;
11. Многомерная безусловная оптимизация, основные определения;
12. Выпуклые множества и выпуклые функции, классификация квадратичных форм;
13. Классический метод многомерной оптимизации;
14. Понятие о методах спуска, правило одномерной минимизации;
15. Метод покоординатного спуска;
16. Метод градиентного спуска с постоянным шагом;
17. Метод наискорейшего градиентного спуска;
18. Метод сопряженных направлений;
19. Преимущества и недостатки градиентных методов;
20. Метод Ньютона минимизации функции многих переменных;
21. Условная многомерная оптимизация, классификация;
22. Выпуклое программирование, функция Лагранжа
23. Теорема Куна-Таккера, седловая точка;

24. Вариация и ее свойства;
25. Задача с неподвижными границами;
26. Простейшая задача с подвижными границами;
27. Достаточные условия экстремума;
28. Вариационные задачи на условный экстремум;
29. Прямые методы в вариационных задачах;
30. Основные понятия оптимального управления;
31. Принцип максимума Понтрягина.

3.6 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену
(для оценки умений)

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

2. 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.

3. 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.

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

5. 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 $|f'(x_k)|\le 0{,}1$.

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

7. 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.

8. 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 $\left|\dfrac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i}\right|\le 10^{-2}$, $i=1{,}2$.

9. 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 $\left|\dfrac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i}\right|\le 0{,}1$, $i=\overline{1,n}$.

10. Найти вариацию функционала

$$V(y(x))=\int_0^3 y^2y'\,dx,\quad y(x)=x^2,\quad y_1(x)=x^3.$$

11. Исследовать на экстремум функционал

$$V(y(x))=\int_0^{x_1}\frac{\sqrt{1+y'^2}}{y}\,dx,\quad y(0)=0,\quad y(x_1)=x_1-5.$$

12. Исследовать на экстремум функционал

$$V(y(x))=\int_0^{x_1}\frac{\sqrt{1+y'^2}}{\sqrt{y}}\,dx,\quad y(0)=0,\quad y(x_1)=y_1.$$

3.7 Перечень типовых практических заданий к экзамену
(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. 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.

2. 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.

3. 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 $|f'(x_k)|\le 10^{-4}$.

4. 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 $\left|\dfrac{\partial f\left(x^{(k)}\right)}{\partial x_i}\right|\le 0{,}01$, $i=\overline{1,n}$. Сделать выводы.

5. 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 $\left|\dfrac{\partial f\left(x^{(k)}\right)}{\partial x_i}\right|\le 0{,}001$, $i=\overline{1,n}$. Сделать выводы.

6. 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.

7. Найти среди линий, соединяющих точки $A(0,1)$ и $B(1,4)$, ту, которая дает минимум функционала $V(y(x))=\int\limits_0^1(12xy+yy'+y'^2)\,dx$.

8. Выяснить, существуют ли ломаные экстремали для функционала

$$V(y(x))=\int\limits_{x_0}^{x_1}(y'^2+2xy-y^2)\,dx,\quad y(x_0)=y_0,\quad y(x_1)=y_1\ ?$$

9. Показать, что не существует непрерывной функции $y=\varphi(x)$, которая реализовала бы минимум функционала $V(y(x))=\int\limits_{-1}^{1}x^2y'^2\,dx$ и удовлетворяла бы условиям $\varphi(-1)=-1,\quad \varphi(1)=1$.

10. Среди линий, соединяющих точки $A(0,0)$ и $B\left(1,\dfrac{1}{4}\right)$, найти ту, которая реализует экстремум функционала $V(y(x))=\int\limits_0^1 y'^2\,dx$ при условии $\int\limits_0^1(y-y'^2)\,dx=\dfrac{1}{12}$.

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
Расчетно-графическая работа (РГР)	Преподаватель не мене, чем за две недели до срока защиты РГР должен сообщить каждому обучающемуся номер варианта РГР. Задания РГР выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет. РГР должна быть выполнена в установленный преподавателем срок и в соответствии с требованиями к оформлению РГР (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» (в последней редакции). РГР в назначенный срок сдаются на проверку. Если предусмотрена устная защита РГР, то обучающийся объясняет решение задач, указанных преподавателем, и отвечает на его вопросы
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
Задания репродуктивного уровня к текстам	Выполнение заданий репродуктивного уровня к текстам, предусмотренных рабочей программой дисциплины, осуществляется на практических занятиях или в часы, выделенные на самостоятельную работу. Во время выполнения заданий допускается использование словарей, справочных материалов, записей в рабочих тетрадях. Виды заданий и время их выполнения сообщаются преподавателем во время занятия, контроль осуществляется по мере их выполнения в форме фронтальной и индивидуальной проверки правильности выполнения заданий

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

ИРГУПС 20__-20__ учебный год	**Экзаменационный билет № 1** **по дисциплине «Теория оптимизации»**	Утверждаю: Заведующий кафедрой «_____» ИрГУПС _____

1. Метод касательных минимизации функции одной переменной
2. Решить задачу $f(x) = |2x + 2{,}8| \to \min$, $x \in [-5; 2]$ методом половинного деления с точностью $\varepsilon = 3{,}3$, полагая $\delta = 3$.
3. Решить задачу $f(x) = \frac{1}{2}x_1^2 + 2x_2^2 - x_1x_2 + 5x_1 + x_2 \to \min$, $x \in R^2$, $x^0 = \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \end{pmatrix}$ методом сопряженных направлений.
4. Решить задачу выпуклого программирования: $L(x) = x_1^2 + x_2^2 \to \max$, $2x_1 + 4x_2 \le 16$, $-4x_1 + 2x_2 \le 8$, $x_1 + 3x_2 \ge 9$, $x_1 \ge 0$, $x_2 \ge 0$. Проверить достаточные условия.