

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.Б.29 Теория оптимизации

рабочая программа дисциплины

Направление подготовки – 10.03.01 Информационная безопасность
Профиль подготовки – Безопасность автоматизированных систем (по отрасли или в сфере профессиональной деятельности)
Программа подготовки – академический бакалавриат
Квалификация выпускника – бакалавр
Форма обучения – очная
Нормативный срок обучения – 4 года
Кафедра-разработчик программы – Математика

Общая трудоемкость в з.е. –4 Формы промежуточной аттестации в семестр:
Часов по учебному плану –144 Экзамен – 5

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	5	Итого
Число недель в семестре	18	
Вид занятий	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий	54	54
– лекции	18	18
– практические (семинарские)	18	18
– лабораторные	18	18
Самостоятельная работа	54	54
Экзамен	36	36
Итого	144	144

ИРКУТСК



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность (уровень бакалавриата), утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.11.2015 №1327, и на основании учебного плана по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность, профиль «Безопасность автоматизированных систем (по отрасли или в сфере профессиональной деятельности)», утвержденного Учёным советом ИРГУПС от 30.04.2020 г. протокол № 10.

Программу составил:
Доцент кафедры «Математика», к.т.н., доцент

Е.М. Лыткина

Рабочая программа дисциплины (модуля) обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения обучающихся по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность (уровень бакалавриата) на заседании кафедры «Математика».

Протокол от «30» апреля 2020 г. № 17.
Зав. кафедрой, к.т.н., доцент

Н.Л. Рябченко

Согласовано
Кафедра «Информационные системы и защита информации».
Протокол от «06» мая 2020 г. № 11/1.
Зав. кафедрой, д. т. н., профессор

Л.В. Аршинский

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели освоения 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 освоения 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	
Научно-образовательное воспитание обучающихся	
<p>1/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"> – формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности; – создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками; – популяризация научных знаний среди обучающихся; – содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества; – 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; – совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности 	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
<p>Цель профессионально-трудоового 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"> – 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	
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
1	Изучение дисциплины «Теория оптимизации» основывается на базовой подготовке по элементарной математике в объёме программы средней школы, а также на знаниях, полученных при изучении дисциплин:
2	Б1.Б.05 Математика,
3	Б1.Б.30 Вычислительная математика,
4	Б1.Б.31 Численные методы.
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Дисциплина «Теория оптимизации», помимо самостоятельного значения, является предшествующей для дисциплин:
2	Б1.Б.32 Основы кибернетики.
3	Б1.Б.35 Основы системного анализа,
4	Б2.В.01(У) Учебная практика – ознакомительная,
5	Б1.Б.36 Математическая логика и теория алгоритмов
6	Б1.Б.37 Теория автоматов и формальных языков,

7	ФТД.В.01 Логика
---	-----------------

3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
ОПК-2: способностью применять соответствующий математический аппарат для решения профессиональных задач	
Минимальный уровень освоения компетенции	
Знать	методы оптимизации функций, методики оценки погрешностей
Уметь	решать задачи оптимизации, находить точки локального минимума, оценивать погрешность
Владеть	навыками решения задач оптимизации, технологией оценки погрешности
Базовый уровень освоения компетенции	
Знать	методы оптимизации функций, методы нахождения локального минимума, методики оценки погрешностей и достоверности результатов.
Уметь	решать задачи оптимизации, находить точки локального минимума, в том числе условного, оценивать погрешность и достоверность полученных результатов.
Владеть	навыками решения задач оптимизации, технологией оценки погрешности и достоверности полученного результата
Высокий уровень освоения компетенции	
Знать	методы оптимизации функций, методы нахождения локального и глобального минимумов, в том числе условных, методики оценки погрешностей и достоверности результатов
Уметь	решать задачи оптимизации, находить точки локального минимума, в том числе условного, оценивать погрешность и достоверность полученных результатов.
Владеть	навыками решения задач условной и безусловной оптимизации, методикой выбора методы оптимизации, технологией оценки погрешности и достоверности полученного результата

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать	
1	математические аспекты оптимизации:
2	основ выпуклого программирования,
3	методы минимизации функций одной и нескольких переменных,
4	основы вариационного исчисления, принципа максимума Понтрягина
Уметь	
1	решать стандартные задачи выпуклого программирования–
2	применять методы условной и безусловной минимизации функции одной переменной.
3	применять методы условной и безусловной минимизации функции многих переменных.
Владеть	
1	методами решения задач одномерной и многомерной минимизации функций.
2	навыками использования пакетов прикладных программ при решении задач математического моделирования и оптимизации.
3	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»
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. /Лек/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.6 Э2 Э3 Э4 Э5 Э7
1.2	Методы нулевого порядка: метод оптимального пассивного поиска, метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения, метод ломаных. /Пр/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.6 Э2 Э3 Э4 Э7 Э8
1.3	Знакомство с принципами программирования в ППП Matlab /Лаб/	5	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.4 Л2.1 Л2.6 Э1 Э9
1.4	Сравнение методов последовательного	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2

	поиска. Методы полиномиальной аппроксимации и методы с использованием производных (метод касательных, метод Ньютона /Лек/				Л1.4 Л2.1 Л2.6 Э2 Э3 Э4 Э5 Э7 Э8
1.5	Классические методы поиска экстремума функции одной и нескольких переменных. Условный экстремум функции нескольких переменных /Пр/	5	2	ОПК-2	Л1.3 Л1.4 Л2.1 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э9
1.6	Знакомство с ППП Matlab /Лаб/	5	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л2.1 Л2.6 Э1 Э3 Э9
1.7	Решение задач одномерной минимизации (методы оптимального пассивного поиска, деления отрезка пополам, золотого сечения, метод ломаных) в ППП Matlab /Лаб/	5	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л2.1 Л2.6 Э1 Э3 Э9
1.8	Проработка лекционного материала /Ср/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.6 Э1 Э3 Э4 Э5 Э6
1.9	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	5	2	ОПК-2	Л1.3 Л1.4 Л2.1 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
1.10	Подготовка к лабораторным занятиям /Ср/	5	1	ОПК-2	Л1.2 Л1.4 Л2.1 Л2.6 Э1 Э3 Э9
1.11	Выполнение лабораторной работы по программированию в Matlab /Ср/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л2.1 Л2.6 Э1 Э3 Э7 Э9
1.12	Выполнение ИДЗ по одномерной оптимизации методами нулевого порядка /Ср/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л2.1 Л2.6 Э1 Э3 Э9
1.13	Выполнение лабораторной работы по методам одномерной минимизации первого и второго порядков /Ср/	5	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л2.1 Л2.6 Э1 Э3 Э9
1.14	Выполнение ИДЗ по методам одномерной минимизации первого и второго порядков /Ср/	5	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л2.1 Л2.6 Э1 Э3 Э9
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. /Лек/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.6 Э2 Э4 Э5 Э6 Э7
2.2	Выпуклые множества, выпуклые функции. Квадратичные функции. Понятие о методах спуска. Методы покоординатного спуска. /Пр/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л2.1 Л2.6 Э2 Э4 Э5 Э6 Э7 Э9
2.3	«Безусловная минимизация функции нескольких переменных». Градиентные методы. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных направлений. Метод Ньютона и модифицированный метод Ньютона. /Лаб/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л2.1 Л2.6 Э9
2.4	Постановка задачи условной минимизации функции нескольких переменных. Методы	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2

	решения задач нелинейного программирования: метод множителей Лагранжа. Теорема Куна-Такера. Метод условного градиента /Лек/				Л2.5 Л2.6 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8
2.5	«Условная минимизация функции нескольких переменных». Задачи нелинейного программирования /Пр/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8
2.6	«Выпуклое программирование». Основная задача выпуклого программирования. Условие регулярности. Функция Лагранжа. Седловая точка. Теорема Куна – Такера. Различные виды условий Куна – Такера. Задача с линейными ограничениями. /Лаб/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.5 Л2.6 Э1 Э3 Э9
2.7	Выпуклые множества, выпуклые функции. Дифференцируемые выпуклые функции, условия минимума выпуклых функций. Теоремы отделимости, системы выпуклых и линейных неравенств. /Лек/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.2 Л2.5 Л2.6 Э2 Э4 Э5 Э7 Э8
2.8	Основы выпуклого анализа: выпуклые множества, выпуклые функции, дифференцируемость выпуклых функций, условия минимума выпуклых функций. /Пр/	5	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.4 Л2.2 Л2.5 Л2.6 Э2 Э4 Э5 Э7 Э8
2.9	Решение задач одномерной минимизации методами первого и второго порядков в системе Matlab /Лаб/	5	2	ОПК-2	Л1.3 Л1.4 Л2.1 Л2.5 Л2.6 Э1 Э3 Э9
2.10	Проработка лекционного материала /Ср/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.5 Л2.6 Э4 Э5 Э7 Э8
2.11	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	5	1	ОПК-2	Л1.2 Л1.4 Л2.1 Л2.2 Л2.5 Л2.6 Э3 Э4 Э5 Э7 Э8
2.12	Подготовка к лабораторным занятиям /Ср/	5	1	ОПК-2	Л1.3 Л1.4 Л2.2 Л2.5 Л2.6 Э1 Э3 Э9
2.13	Выполнение РГР по методам условной и безусловной многомерной минимизации /Ср/	5	4	ОПК-2	Л1.3 Л1.4 Л2.2 Л2.5 Л2.6 Э1 Э3 Э9
2.14	Выполнение лабораторных работ по методам многомерной минимизации /Ср/	5	4	ОПК-2	Л1.3 Л1.4 Л2.2 Л2.5 Л2.6 Э1 Э3 Э9
3.0	Раздел 3. Методы решения вариационных задач				
3.1	Общая постановка задачи, основные положения /Лек/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л2.2 Л2.3 Э2 Э4 Э5 Э7
3.2	Вариационные задачи поиска безусловного экстремума /Лек/	5	2	ОПК-2	Л1.4 Л2.2 Л2.3 Э2 Э4 Э5 Э7 Э8
3.3	Вариационные задачи поиска условного экстремума /Лек/	5	2	ОПК-2	Л1.2 Л2.3 Л2.4 Э2 Э4 Э5

					Э6 Э7 Э8
3.4	Понятие о функционале. Вариации функционала /Пр/	5	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.4 Л2.4 Л2.6 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э8 Э9
3.5	Вариационные задачи с подвижными концами /Пр/	5	2	ОПК-2	Л1.3 Л1.4 Л2.1 Э5 Э7 Э8 Э9
3.6	Решение простейших задач на условный экстремум /Пр/	5	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л2.4 Л2.6 Э4 Э5 Э8 Э9
3.7	Решение вариационных задач с неподвижными концами /Лаб/	5	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.4 Л2.1 Л2.4 Э1 Э3 Э7 Э9
3.8	Решение вариационной задачи на условный экстремум /Лаб/	5	2	ОПК-2	Л1.3 Л1.4 Л2.1 Л2.4 Э1 Э3 Э7 Э9
3.9	Проработка лекционного материала /Ср/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.4 Л2.6 Э4 Э5 Э7 Э8
3.10	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	5	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.4 Л2.1 Л2.4 Э4 Э5 Э7 Э8
3.11	Подготовка к лабораторным занятиям /Ср/	5	2	ОПК-2	Л1.3 Л1.4 Л2.1 Л2.4 Э1 Э3 Э4 Э5 Э7 Э8
3.12	Выполнение ДЗ по вариационному исчислению /Ср/	5	6	ОПК-2	Л1.1 Л1.4 Л2.1 Л2.4 Э1 Э3 Э4 Э5 Э7 Э8
3.13	Выполнение лабораторных работ по вариационному исчислению /Ср/	5	6	ОПК-2	Л1.3 Л1.4 Л2.1 Л2.4 Э1 Э3 Э4 Э5 Э7 Э8
4.0	Раздел 4. Элементы оптимального управления				
4.1	Постановка задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина. Методы решения краевой задачи принципа максимума. Связь с классическим вариационным исчислением /Лек/	5	2	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.3 Л2.4 Э2 Э4 Э5 Э7
4.2	Решение краевой задачи принципа Понтрягина /Пр/	5	2	ОПК-2	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э2 Э4 Э5 Э7 Э8
4.3	Решение задачи оптимального управления /Лаб/	5	2	ОПК-2	Л1.3 Л1.4 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э3 Э9
4.4	Проработка лекционного материала /Ср/	5	1	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э4 Э5 Э7 Э8 Э9
4.5	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	5	1	ОПК-2	Л1.2 Л1.4 Л2.3 Л2.4 Л2.6

					Э1 Э4 Э5 Э7 Э8
4.6	Подготовка к лабораторным занятиям /Ср/	5	1	ОПК-2	Л1.3 Л1.4 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э3 Э4 Э5 Э7 Э8
4.7	Выполнение ДЗ по оптимальному управлению /Ср/	5	4	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э3 Э9
4.8	выполнение лабораторной работы по оптимальному управлению /Ср/	5	4	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э3 Э9
4.9	Форма промежуточной аттестации - экзамен	5	36	ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9

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 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% on-line
Л1.1	Васильев Ф. П.	Методы оптимизации: учебник / Ф.П. Васильев. - Изд. нов, перераб. и доп. - Ч. 1. Конечномерные задачи оптимизации. Принцип максимума. Динамическое программирование. - 620 с. - ISBN 978-5-94057-707-2; [Электронный ресурс]: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63313	М.: МЦМНО, 2011	100% on-line
Л1.2	Летова Т. А., Пантелеев А. В.	Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие / Т.А. Летова, А.В. Пантелеев. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-540-4; [Электронный ресурс]: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84995	М.: Логос, 2011.	100% on-line
Л1.3	Алексеев В. М., Галеев Э. М., Тихомиров В. М.	Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи: учебное пособие / В.М. Алексеев, Э.М. Галеев, В.М. Тихомиров. - 3-е изд., испр. - ISBN 978-5-9221-0992-5; [Электронный ресурс]: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67227	Физматлит, 2011	100% on-line
Л1.4	Казанская О. В., Юн С. Г., Альсова О. К.	Модели и методы оптимизации: Практикум: учебное пособие / О.В. Казанская, С.Г. Юн, О.К. Альсова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - ISBN 978-5-7782-1983-0; [Электронный ресурс]: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228848	НГТУ, 2012	100% on-line

6.1.2 Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л2. 1	Измаилов А. Ф., Солодков В. М.	Численные методы оптимизации / А.Ф. Измаилов, В.М. Солодков. - 2-е изд., перераб. и доп. - ISBN 978-5-9221-0975-8; [Электронный ресурс]: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69317	Физматлит, 2008	100% online
Л2. 2	Балдин К. В., Рукосуев А. В., Брызгалов Н. А.	Математическое программирование: учебник / К.В. Балдин, Н. Брызгалов, А.В. Рукосуев; под общ. ред. К.В. Балдина. - 2-е изд. - : ил. - Библиогр.: с. 199-202. - ISBN 978-5-394-01457-4; [Электронный ресурс]: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453243	М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016.	100% online
Л2. 3	Тракимус, Ю.В.	Основы вариационного исчисления в примерах и задачах: учебное пособие / Ю.В. Тракимус. - ISBN 978-5-7782-1671-6; [Электронный ресурс]: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228989	Новосибирск: НГТУ, 2011. -	100% online
Л2. 4	Краснов, М.Л.	Вариационное исчисление: задачи и упражнения / М.Л. Краснов, Г.И. Макаренко, А.И. Киселев; [Электронный ресурс]: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=455168	М.: Наука, 1973. -	100% online
Л2. 5	Карманов, В.Г.	Математическое программирование: учебное пособие / В.Г. Карманов. - 6-е изд., испр. - ISBN 978-5-9221-0983-3; [Электронный ресурс]: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68140	М: Физматлит, 2008	100% online
Л2. 6	Крутиков В. Н.	Методы оптимизации: учебное пособие / В.Н. Крутиков. - Кемерово: ISBN 978-5-8353-1132-3; [Электронный ресурс]: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232682	Кемеровский государственный университет, 2011	100% online
6.1.3 Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л3. 1	Н.Л Рябченко	Основы вариационного исчисления: учеб. пособие	Иркутск: ИрГУПС. 2006	
Л3. 2	Паршев, Л.П.	Вариационное исчисление: Методические указания к выполнению типового расчета: методические указания / Л.П. Паршев, А.В. Калинин, А.В. Мاستихин; Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана: ил. -Библиогр. в кн.; [Электронный ресурс]: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256800	М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010.	100% online
6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л4. 1	Васильев Ф. П.	Методы оптимизации: учебник, Ч. 1. Конечномерные задачи оптимизации. Принцип максимума. Динамическое программирование. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=63313	М.: МЦМНО, 2011	100% online
Л4. 2	Летова Т. А., Пантелеев А. В.	Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие: [Электронный ресурс]: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=89970	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015	100% online
Л4. 3	Алексеев В. М., Галеев Э. М., Тихомиров	Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи: учебное пособие: [Электронный ресурс]: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=67227	Физматлит, 2011	100% online

	В. М.			
Л4.4	Измаилов А. Ф., Солодков В. М.	Численные методы оптимизации: [Электронный ресурс]: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=69317	Физматлит, 2008	100% on-line
Л4.5	Романко В. К.	Курс дифференциальных уравнений и вариационного исчисления: [Электронный ресурс]: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=214149	БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013	100% on-line
Л4.6	Романко В. К., Агаханов Н. Х., Власов В. В., и др.	Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению: [Электронный ресурс]: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=222861	БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012	100% on-line

6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	электронная библиотека Университета (http://www.irgups.ru/htb/)
Э2	фонды учебно-методической документации в системе Moodle ИрГУПС (http://sdo.irgups.ru/moodle/)
Э3	фонды учебно-методической документации на сайте кафедры «Математика» (http://www.irgups.ru/web-edu/~vm/)
Э4	система дистанционного обучения Стрела (http://sdo.irgups.ru/modules/info/info_view.php)
Э5	сайт онлайн-библиотеки edu-lib.net (http://edu-lib.net)

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	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01; Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01; FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/ ; Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/ ; Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License
---------	--

6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения

6.3.2.1	Пакеты прикладных программ Mathcad (MathCAD_student 15.0 Academic_License, 50, УЧ. ПРОЦ. Р.О.№888/CL040107)
---------	---

6.3.3 Перечень информационных справочных систем

6.3.3.1	электронная библиотека Университета (http://www.irgups.ru/htb/);
6.3.3.2	электронно-библиотечная система издательства «Лань» (http://www.e.lanbook.com);
6.3.3.3	электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» (http://www.biblioclub.ru);
6.3.3.4	электронно-библиотечная система «Издательство «Троицкий мост»» (http://www.trmost.com/tm-main);
6.3.3.5	электронная библиотеке изданий ФГБОУ «УМЦ ЖДТ» (http://library.miit.ru/fulltext.php);
6.3.3.6	федеральный портал «Российское образование» (http://www.edu.ru);
6.3.3.7	единое окно доступа к образовательным ресурсам (http://window.edu.ru)
6.3.3.8	фонды учебно-методической документации в системе Moodle ИрГУПС (http://sdo.irgups.ru/moodle/)
6.3.3.9	фонды учебно-методической документации на сайте кафедры «Математика» (http://www.irgups.ru/web-edu/~vm/)

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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	Компьютерные классы для проведения лабораторных работ оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (Г-307, А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507).
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.

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Дисциплина "Теория оптимизации" призвана познакомить студента с понятием методов оптимизации; формирование навыков решения типовых задач указанных областей; формирование навыков использования стандартных программных средств для решения типовых задач; формирование профессиональных навыков и умений, продемонстрировать сущность научного подхода, специфику моделирования и его роль в решении 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. Основной составной частью учебного процесса в изучении дисциплины «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 запомнились. 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>Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции - 10-15 минут. Изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе и конспекту - 1 час в неделю</p>
Практическое занятие	<p>Методические рекомендации по подготовке семинарских и практических занятий. Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются книги по соответствующим разделам. 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. Используя цели, перечень знаний, умений, терминов и учебных вопросов в качестве</p>

	<p>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>Подготовка к практическому занятию - 30 минут</p> <p>Описание последовательности действий студента ("сценарий изучения дисциплины").</p> <p>При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который ещё не прочитан на лекции. Тогда лекция будет намного понятнее. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут) 2. При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут). 3. В течение недели выбрать время (1 час) для работы с литературой и изучить дополнительную литературу в электронной форме.
Лабораторные работы	<p>Выполнение лабораторной работы включает в себя 4 этапа: подготовка к работе по специальному руководству, собственно выполнение работы в компьютерном классе, самостоятельное выполнение дополнительных заданий, защита работы на следующем занятии.</p>
Самостоятельная работа	<p>Для эффективного освоения дисциплины «Численные методы» изучение материала курса предполагает самостоятельную внеаудиторную работу, которая включает в себя выполнение индивидуальных домашних заданий, подготовку к лабораторным 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>	

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации по дисциплине
Б1.Б.29 Теория оптимизации

Направление подготовки – 10.03.01 Информационная безопасность

Профиль подготовки – Безопасность автоматизированных систем (по отрасли или в сфере профессиональной деятельности)

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

Дисциплина Б1.Б.29 «Теория оптимизации» участвует в формировании компетенций:

ОПК-2 – способностью применять соответствующий математический аппарат для решения профессиональных задач

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

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин, участвующих в формировании компетенции	Семестр изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
ОПК-2:	способностью применять соответствующий математический аппарат для решения профессиональных задач	Б1.Б.05 Математика	1	1
		Б1.Б.10 Дискретная математика	2	2
		Б1.Б.37 Теория автоматов и формальных языков	2	2
		Б2.В.01(У) Учебная практика - ознакомительная	2	2
		ФТД.В.01 Логика	2	2
		Б1.Б.09 Теория вероятностей и математическая статистика	3	3
		Б1.Б.30 Вычислительная математика	3	3
		Б1.Б.31 Численные методы	4	4
		Б1.Б.32 Основы кибернетики	5	5
		Б1.Б.35 Основы системного анализа	6	6
		Б1.Б.36 Математическая логика и теория алгоритмов	6	6
Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.	8	7		

Таблица соответствия уровней освоения компетенций ОПК-2 планируемыми результатам обучения

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов дисциплины	Уровни освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ОПК-2:	способностью применять соответствующий математический аппарат для решения профессиональных задач	Раздел 1. Методы оптимизации функции одной переменной Раздел 2. Методы оптимизации функций нескольких переменных Раздел 3. Методы решения вариационных задач Раздел 4. Элементы оптимального управления	Минимальный уровень	Знать: методы оптимизации функций, методики оценки погрешностей
				Уметь: решать задачи оптимизации, находить точки локального минимума, оценивать погрешность.
				Владеть: навыками решения задач оптимизации, технологией оценки погрешности.
			Базовый уровень	Знать: методы оптимизации функций, методы нахождения локального минимума, методики оценки погрешностей и достоверности результатов.
Уметь: решать задачи оптимизации, находить точки локального минимума, в том числе условного, оценивать погрешность и достоверность полу-				

				ченных результатов. Владеть: навыками решения задач оптимизации, технологией оценки погрешности и достоверности полученного результата.
			Высокий уровень	Знать: методы оптимизации функций, методы нахождения локального и глобального минимумов, в том числе условных, методики оценки погрешностей и достоверности результатов
				Уметь: решать задачи оптимизации, находить точки локального минимума, в том числе условного, оценивать погрешность и достоверность полученных результатов.
				Владеть: навыками решения задач условной и безусловной оптимизации, методикой выбора методы 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*)
5 семестр				
1	5	Текущий контроль	Тема: «Методы одномерной оптимизации нулевого порядка»	ОПК-2 Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
2	7	Текущий контроль	Тема: «Методы одномерной минимизации первого и второго порядков»	ОПК-2 Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
3		Текущий контроль	Тема: «Методы условной и безусловной многомерной минимизации»	ОПК-2 Расчетно-графическая работа (письменно)
4		Текущий контроль	Тема: Элементы «вариационного исчисления»	ОПК-2 Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
5		Текущий контроль	Тема: «Элементы оптимального управлению»	ОПК-2 Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
6	18	Промежуточная аттестация – экзамен	Разделы: 1. Методы оптимизации функции одной переменной 2. Методы оптимизации функции нескольких переменных 3. Методы решения вариационных задач 4. Элементы оптимального управления	ОПК-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 также краткая характеристика этих средств приведены в таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Расчетно-графическая работа (РГР)	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	Комплекты заданий для выполнения расчетно-графических работ по темам/разделам дисциплины
2	Задания реконструктивного уровня	Средство, позволяющее оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Комплекты индивидуальных домашних заданий реконструктивного уровня по темам дисциплины
3	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
4	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
5	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

Компьютерное тестирование обучающихся используется при проведении текущего контроля знаний обучающихся. Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме 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

Расчетно-графическая работа (РГР)

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	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»	При выполнении РГР обучающийся продемонстрировал недостаточный уро-

	вень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала
--	---

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

Тестирование

Критерии и шкала оценивания текущего контроля

Шкала оценивания	Критерии оценивания	
«отлично»	«зачтено»	
«хорошо»		Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»		Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
		Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых за-

		даний при прохождении тестирования
«не удовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

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

3.1 Типовые контрольные задания расчетно-графических работ

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

Ниже приведены образцы типовых вариантов расчетно-графических работ по темам, предусмотренным рабочей программой.

Образец типового варианта расчетно-графической работы по теме «Методы условной и безусловной многомерной минимизации»

1 Минимизировать функцию $f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^3 + x_1 x_2 - x_1$ методом циклического по координатного 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.

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 индивидуальных домашних заданий реконструктивного уровня по теме «Методы одномерной оптимизации нулевого порядка»

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 типового варианта индивидуальных домашних заданий реконструктивного уровня по теме «Методы одномерной минимизации первого и второго порядков»

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 $|f'(x_k)| \leq 0,01$.

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

Образец типового варианта индивидуальных домашних заданий реконструктивного уровня по теме «Элементы вариационного исчисления»

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 типового варианта индивидуальных домашних заданий реконструктивного уровня по теме «Элементы оптимального управления»

1. С помощью принципа максимума решить задачу быстрогодействия при условиях

$$\begin{aligned} \&x^1 = x^2, \quad \&x^2 = u(t), \quad x(0) \in S_0, \quad x(T) \in S_1; \quad u(t) \in V = \{u \in E^1 : |u| \leq 1\}, \text{ где} \\ S_0 = \{x \in E^2 : h(x) \equiv |x|^2 = 1\}, \quad S_1 = \{x \in E^2, g(x) \equiv x^1 = 0\} / \end{aligned}$$

2. Применить принцип максимума к задаче: $J(u) = \int_0^1 |u(t)|^2 dt \rightarrow \inf$; $\&x^1 = x^2$,

$$\begin{aligned} \&x^2 = u^1(t), \quad \&x^3 = x^4, \quad \&x^4 = u^2(t) - g \quad (0 \leq t \leq 1); \quad x(0) = (-1, 0, 0, 0), \quad x(T) = (0, 0, 0, 0). \\ \text{Здесь } x = (x^1, x^2, x^3, x^4), \quad u = (u^1, u^2); \quad g = \text{const} \geq 0 \end{aligned}$$

3. Показать, что в задаче $J(u) = \int_0^1 (x^2(t) - u^2(t)) dt \rightarrow \inf$; $\&x = u(t)$,

$$u(t) \in V = \{u \in E^1 : |u| \leq 1\} \quad (0 \leq t \leq 1); \quad x(0) = 0, \text{ оптимальное управление не существует, } \inf J(u) = -1. \text{ Что дает здесь применение принципа максимума.}$$

3.10 Перечень теоретических вопросов к экзамену

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.

3.11 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену

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 $|f'(x_k)| \leq 0,1$.
6. Построить множество $X = \{(x_1, x_2, x_3) : x_1 \geq 3x_3^2\}$ 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 $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 10^{-2}, i = 1, 2$.
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 $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 0,1, i = \overline{1, n}$.
10. Найти вариацию функционала $V(y(x)) = \int_0^3 y^2 y' dx, y(x) = x^2, y_1(x) = x^3$.
11. Исследовать на экстремум функционал $V(y(x)) = \int_0^{x_1} \frac{\sqrt{1+y'^2}}{y} dx, y(0) = 0, y(x_1) = x_1 - 5$.
12. Исследовать на экстремум функционал $V(y(x)) = \int_0^{x_1} \frac{\sqrt{1+y'^2}}{\sqrt{y}} dx, y(0) = 0, y(x_1) = y_1$.

3.12 Перечень типовых практических заданий к экзамену

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

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 $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 0,01, \quad i = \overline{1, n}$. 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 $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 0,001, \quad i = \overline{1, n}$. 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 $V(y(x)) = \int_0^1 (12xy + yy' + y'^2) dx$.

8. Выяснить, существуют ли ломаные экстремали для функционала

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

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

10. Среди линий, соединяющих точки $A(0,0)$ и $B\left(1, \frac{1}{4}\right)$, найти ту, которая реализует экстремум функционала $V(y(x)) = \int_0^1 y'^2 dx$ при условии $\int_0^1 (y - y'^2) dx = \frac{1}{12}$.

3. 13 Типовые контрольные задания для тестирования

3.13.1 Структура фонда тестовых заданий по дисциплине «Теория оптимизации»

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

Раздел дисциплины	Тема раздела	Объекты темы	Количество тестовых заданий (ТЗ), типы ТЗ	
1. Методы оптимизации функции одной переменной (ФОП)	1.1. Основные понятия теории оптимизации ФОП		12 – тип ОТЗ 11 – тип ЗТЗ	
	1.2 Классический метод для ФОП		4– тип ОТЗ 4 – тип ЗТЗ	
	1.3 Численные методы оптимизации ФОП нулевого порядка	1.3.1 метод оптимального пассивного поиска		4– тип ОТЗ 4 – тип ЗТЗ
		1.3.2 методы дихотомии (метод половинного деления, метод золотого сечения)		7– тип ОТЗ 7 – тип ЗТЗ
		1.3.3 метод ломаных		4– тип ОТЗ 4 – тип ЗТЗ
	1.4. Численные методы оптимизации ФОП первого порядка	1.4.1 метод касательных		4– тип ОТЗ 4 – тип ЗТЗ
		1.4.2 метод Ньютона		4– тип ОТЗ 4 – тип ЗТЗ
	1.5 Сравнение методов		8– тип ОТЗ 8 – тип ЗТЗ	
Итого по разделу			Σ 83 42– тип ОТЗ 41 – тип ЗТЗ	
2. Методы оптимизации функции многих переменных (ФМП)	2.1. Основные понятия теории оптимизации ФМП		6– тип ОТЗ 6 – тип ЗТЗ	
	2.2. Выпуклые множества, выпуклые функции, свойства		4– тип ОТЗ 5 – тип ЗТЗ	
	2.3 Классический метод для ФМП		4– тип ОТЗ 4 – тип ЗТЗ	
	2.4 Основные понятия методов спуска		5– тип ОТЗ 5 – тип ЗТЗ	
	2.5 Численные методы оптимизации ФМП нулевого порядка	2.5.1 метод покоординатного спуска		3– тип ОТЗ 3 – тип ЗТЗ
	2.6 Численные методы оптимизации ФМП первого порядка	2.6.1 градиентный метод с постоянным шагом		4– тип ОТЗ 4 – тип ЗТЗ
		2.6.2 метод градиентного наискорейшего спуска		4– тип ОТЗ 4 – тип ЗТЗ
		2.6.3 метод сопряженных градиентов		4– тип ОТЗ 3 – тип ЗТЗ
		2.6.4 основные проблемы градиентных методов		2– тип ОТЗ 2 – тип ЗТЗ
		2.6.5 Сравнение методов		5– тип ОТЗ 5 – тип ЗТЗ
2.7 Численные методы оптимизации ФМП второго порядка	2.7.1 метод Ньютона		4– тип ОТЗ 4 – тип ЗТЗ	
	2.7.2 модифицированный метод Ньютона		4– тип ОТЗ 4 – тип ЗТЗ	
	2.7.3 Сравнение методов		5 – тип ОТЗ – тип ЗТЗ	
Итого по разделу			Σ 108 54– тип ОТЗ 54 – тип ЗТЗ	
3 Методы условной оптимизации ФМП	3.1 основные понятия условной оптимизации, классический метод		5– тип ОТЗ 6 – тип ЗТЗ	
	а. задачи выпуклого программирования (ЗВП)	3.2.1 Основные понятия, постановка задач	4– тип ОТЗ 4 – тип ЗТЗ	
		3.2.2 Графический метод решения ЗВП	6– тип ОТЗ 6 – тип ЗТЗ	

		3.2.3 Метод множителей Лагранжа	6– тип ОТЗ 5 – тип ЗТЗ
		3.2.4 Седловая точка, теорема Куна-Таккера	4– тип ОТЗ 4 – тип ЗТЗ
Итого по разделу			$\Sigma 50$ 25– тип ОТЗ 25 – тип ЗТЗ
4.Основы вариационного исчисления	4.1 Минимум функционала		11– тип ОТЗ 10 – тип ЗТЗ
	4.2 Минимум функционала на кривой		2– тип ОТЗ 2 – тип ЗТЗ
Итого по разделу			$\Sigma 25$ 13– тип ОТЗ 12 – тип ЗТЗ
Итого по дисциплине			$\Sigma 266$ 133– тип ОТЗ 133 – тип ЗТЗ

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

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

Образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины

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 сечения отрезка) точка минимума x_* :

1) $x_* \in [a_{k+1}, \beta_k]$	А) если $f(\alpha_k) \leq f(\beta_k)$
2) $x_* \in [\alpha_k, b_{k+1}]$	В) если $f(\alpha_k) > f(\beta_k)$
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 действий 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 $x_k = \frac{b_k f'(b_k) - a_k f'(a_k) + f(a_k) - f(b_k)}{f'(b_k) - f'(a_k)}$;

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 строится последовательность приближений по формуле:

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

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

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

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

6. Установите соответствие:

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

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

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

3) Метод ломаных С) $x'_k = \bar{x}_k - \Delta_k, x''_k = \bar{x}_k + \Delta_k,$

$$\Delta_k = \frac{f(\bar{x}_k) - \bar{y}_k}{2L},$$

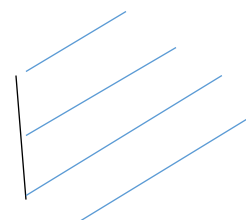
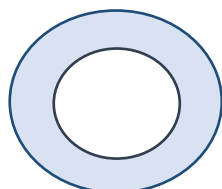
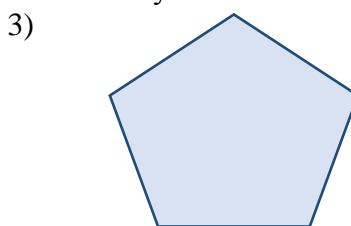
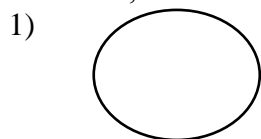
$$y_2 = \frac{f(\bar{x}_k) + \bar{y}_k}{2}$$

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:

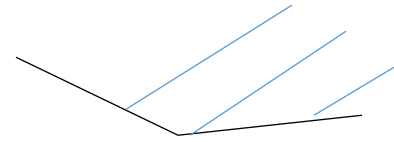
Укажите, какие из множеств являются выпуклыми:



2)

4)

:



8. Выберите правильные ответы

Необходимое условие существования минимума функции многих переменных определяется уравнением:

1) $\frac{\partial f(\bar{x})}{\partial x_i} = 0, i = \overline{1, n}$

2) $\nabla f(\bar{x}) = 0$;

3) $f(x_1, x_2) = 0$;

4) $\Delta f(\bar{x}) = 0$.

9. Дополните.

В методе скорейшего градиентного спуска величина шага α_k в направлении градиента выбирается.....

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) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k - \alpha_k \cdot \nabla f(\bar{x}^k), k = 0, 1, 2, \dots$

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 сходил, 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 $f(\bar{x}), \bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ 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:

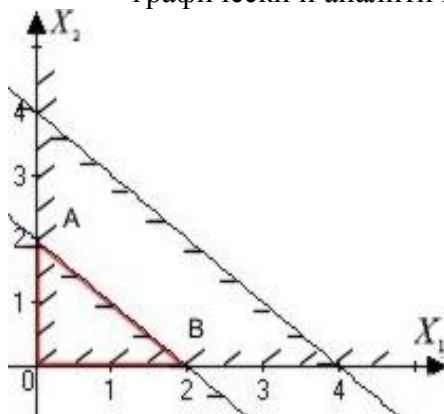
Основная задача выпуклого программирования записывается в виде:

- | | |
|--|--|
| 1) $f(\bar{x}) \rightarrow \min$, | 3) $f(\bar{x}) \rightarrow \max$ |
| $\varphi_i(\bar{x}) \leq 0, \bar{x} \geq 0, i = \overline{1, m}$ | $\varphi_i(\bar{x}) \geq 0, \bar{x} \geq 0, i = \overline{1, m}$ |
| 2) $f(\bar{x}) \rightarrow \text{extre}$ | 4) $f(\bar{x}) \rightarrow \text{extr}$ |
| $\varphi_i(\bar{x}) = 0, \bar{x} \geq 0, i = \overline{1, m}$ | $\varphi_i(\bar{x}) \neq 0, \bar{x} \neq 0, i = \overline{1, m}$ |

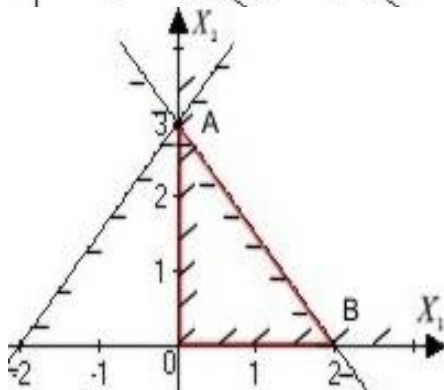
15. Дополните.

Для решения задачи выпуклого программирования для функции двух переменных можно применять.....

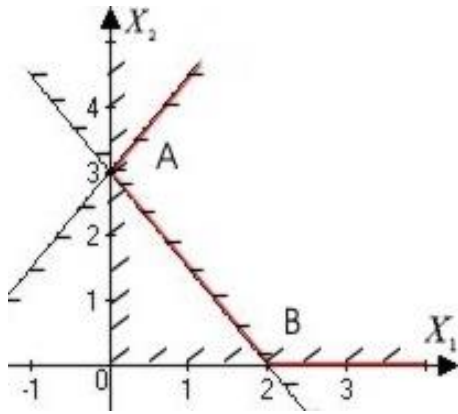
16. Установите соответствие между множествами допустимых значений, заданных графически и аналитически:



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



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



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

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

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

18. Дополните.

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

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

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

- 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) $y = 7 - 4x$

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
Расчетно-графическая работа (РГР)	<p>Преподаватель не менее, 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» № П.420700.05.4.092-2012 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</p> <p>Преподаватель информирует обучающихся о результатах проверки работы; оцененные/проверенные работы преподаватель возвращает обучающимся.</p>
Задания реконструктивного уровня	<p>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.</p> <p>Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему, количество заданий и время выполнения заданий</p> <p>Преподаватель информирует обучающихся о результатах проверки работы; оцененные/проверенные работы преподаватель возвращает обучающимся.</p>
Защита лабораторной работы	<p>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</p>

	лабораторных работ. После защиты работы преподаватель информирует обучающихся о выставленной ему оценке (баллах).
--	---

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

Перечень теоретических вопросов и перечни типовых практических заданий разного уровня сложности к экзамену 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. Билеты составлены таким образом, что в каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.


Билет содержит: один теоретический вопрос для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; три практических задания: два из них для оценки умений (выбираются из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); третье 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 ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.

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.

Образец экзаменационного билета

 <p>ИРГУПС 2020-2021 учебный год</p>	<p>Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «<u>Теория оптимизации</u>» <u>БИ</u> 5 семестр</p>	<p>Утверждаю: Заведующий кафедрой «Математика» ИрГУПС _____</p>
<p>1. Метод касательных минимизации функции одной переменной</p> <p>2. Решить задачу $f(x) = 2x + 2,8 \rightarrow \min$, $x \in [-5; 2]$ методом половинного деления с точностью $\varepsilon = 3,3$, полагая $\delta = 3$.</p> <p>3. Решить задачу $f(x) = \frac{1}{2}x_1^2 + 2x_2^2 - x_1x_2 + 5x_1 + x_2 \rightarrow \min$, $x \in R^2$, $x^0 = \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \end{pmatrix}$ методом сопряженных направлений.</p> <p>4. Решить задачу выпуклого программирования: $L(x) = x_1^2 + x_2^2 \rightarrow \max$, $2x_1 + 4x_2 \leq 16$, $-4x_1 + 2x_2 \leq 8$, $x_1 + 3x_2 \geq 9$, $x_1 \geq 0$, $x_2 \geq 0$. Проверить достаточные условия</p>		