

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К.
АММОСОВА»

Политехнический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный
университет имени М.К. Аммосова» в г. Мирном.
Кафедра фундаментальной и прикладной математики

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.28 Методы оптимизации

для программы бакалавриата




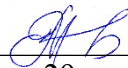
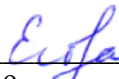
по направлению подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Математическое моделирование и вычислительная математика

Форма обучения: очная

Автор(ы): Егорова Анастасия Анатольевна, к.-ф.-м.н, доцент кафедры фундаментальной и
прикладной математики, nastyaegorova@mail.ru

<p>РЕКОМЕНДОВАНО</p> <p>Заведующий кафедрой фундаментальной и прикладной математики</p> <p> /Гадоев М.Г. протокол № <u>3</u> от «22» февраля 2019 г.</p>	<p>ОДОБРЕНО</p> <p>Заведующий кафедрой фундаментальной и прикладной математики</p> <p> /Гадоев М.Г. протокол № <u>3</u> от «22» февраля 2019 г.</p>	<p>ПРОВЕРЕНО</p> <p>Нормоконтроль в составе ОП пройден Ст.диспетчер УМО</p> <p> / Баишева О.Ю. «28» марта 2019 г.</p>
<p>Рекомендовано к утверждению в составе ОП</p> <p>Председатель УМС  /Константинова Т.П./ протокол УМС № <u>3</u> от «29» марта 2019 г.</p>		<p>Эксперт УМС</p> <p> / Егорова М.В. «29» марта 2019 г.</p>

Мирный 2019

1. АННОТАЦИЯ
к рабочей программе дисциплины
Б1.О.28 Методы оптимизации
Трудоемкость 3 з.е.

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

Цель изучения дисциплины – формирование у студентов знаний математических моделей нелинейного программирования, методы и алгоритмы их решения.

Краткое содержание дисциплины: Дисциплина «Методы оптимизации» является одной из профилирующих дисциплин в профессиональной подготовке бакалавра, выбравшего направлением своей деятельности информатику и вычислительную технику. Использование компьютеров в настоящее время практически во всех отраслях деятельности для решения самых разнообразных задач в том числе задач оптимизации ведет к необходимости для специалиста в данной области уметь правильно ставить и решать подобного рода задачи. Изучаемая дисциплина тесно связана с такими областями знаний как математический анализ, дифференциальное и интегральное исчисление, методы вычислительной математики и должна преподаваться после изучения студентами дисциплин, отражающих содержание этих областей.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Планируемые результаты освоения программы (код и содержание компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-1 - Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук и использовать их в профессиональной деятельности	Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук. Умеет использовать их в профессиональной деятельности. Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе	знает: постановки различного типа экстремальных задач; теоретические основы курса: определения, методы решения каждого типа экстремальных задач; области приложения в других областях математического знания и дисциплинах естественно-	Контрольная работа, вопросы к устному опросу, тест Оценочное средство:

		<p>теоретических знаний.</p>	<p>научного и экономического содержания. уметь: решать экстремальные задачи различного типа; формализовывать различные задачи на экстремум значения, переводя их с содержательного языка на формальный язык теории экстремальных задач; использовать знания фундаментальных основ, подходы и методы курса «Методы оптимизации» в обучении, научных исследованиях и профессиональной деятельности; использовать методы теории экстремальных задач для формализации и решения задач математического моделирования и вычислительной математики. владеть: теоретическими основами дисциплины «Методы оптимизации»; методами решения экстремальных задач различного типа;</p>	
--	--	------------------------------	---	--

			<p>методами теории экстремальных задач для формализации и решения задач математического моделирования и вычислительной математики;</p> <p>навыками применения методов оптимизации в обучении, научных исследованиях и профессиональной деятельности.</p>	
	<p>ОПК-2</p> <p>Способен применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности</p>	<p>1 Знает:</p> <p>математические основы программирования и языков программирования, организации баз данных и компьютерного моделирования;</p> <p>математические методы оценки качества, надежности и эффективности программных продуктов;</p> <p>математические методы организации информационно-безопасности при разработке и эксплуатации программных продуктов и программных комплексов.</p> <p>Умеет использовать</p>	<p>Знает методы решения каждого типа экстремальных задач с использованием средств программирования компьютерного моделирования</p> <p>уметь:</p> <p>решать экстремальные задачи различного типа с использованием средств программирования компьютерного моделирования</p> <p>Умеет использовать этот аппарат в профессиональной деятельности.</p> <p>Имеет навыки применения данного математического аппарата при решении конкретных задач.</p>	<p>Контрольная работа, вопросы к устному опросу, тест</p>

		<p>этот аппарат в профессиональной деятельности. Имеет навыки применения данного математического аппарата при решении конкретных задач.</p>	<p>С использованием компьютерных средств.</p>	
--	--	---	---	--

1.3. Место дисциплины в структуре ОПОП

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.О.28	Методы оптимизации	5	<p>Б1.О.13 Математический анализ I Б1.О.14 Математический анализ II Б1.О.15 Математический анализ III Б1.О.21 Дифференциальные уравнения Б1.О.26 Численные методы</p>	<p>Б1.В.05 Исследование операций Б1.В.07 Математические методы прогнозирования Б1.В.ДВ.04.02 Математические модели в экономике Б1.В.ДВ.06.01 Теория и методика обучения математике Б2.О.02(Н) Производственная практика. Научно-исследовательская работа</p>

1.4. Язык преподавания: Русский

2. Объем дисциплин в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Выписка из учебного плана:

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.В.ОД.17 Методы оптимизации	
Курс изучения	3	
Семестр (ы) изучения	5	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	экзамен	
Курсовой проект/ курсовая работа (указать вид работы при наличии в учебном плане), семестр выполнения	-	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	3	
Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	108	
№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО ¹ , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	54	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	17	4
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	34	10
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)	34	10
- лабораторные работы	0	-
- практикумы	0	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	3	
№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)	27	
№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)	27 /8	

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Распределение часов по темам и видам учебных занятий

	Тема	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
			Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
1	Экстремальные задачи	28	6	-	12	-	-	-	-	-	1	9
2	Линейное программирование	28	6	-	12	-	-	-	-	-	1	9
3	Вариационное исчисление и оптимальное управление	25	5	-	10	-	-	-	-	-	1	9
	Всего часов	108	17	-	34	-	-	-	-	-	3	27

3.2 Содержание тем программы дисциплины

Тема 1. Экстремальные задачи

Содержание темы: Конечномерные задачи без ограничений. Конечномерные гладкие задачи с равенствами. Конечномерные гладкие задачи с равенствами и неравенствами. Выпуклые задачи.

Тема 2. Линейное программирование.

Содержание темы: Постановка задачи линейного программирования (ЗЛП). Графический метод решения ЗЛП. Симплекс-метод. Двойственная задача ЛП. Транспортная задача.

Тема 3. Вариационное исчисление и методы оптимизации

Содержание темы: Метод вариаций в задачах с неподвижными границами. Вариационные задачи с подвижными границами и некоторые другие задачи. Достаточные условия экстремума. Вариационные задачи на условный экстремум. Принцип максимума Понтрягина.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

ЗНАТЬ: основные методы оптимизации, определения и свойства математических объектов, используемых в этой области формулировки основных результатов, возможные сферы их приложений.

УМЕТЬ: формулировать и доказывать основные результаты в области методов оптимизации, решать задачи теоретического и прикладного характера из разделов методов оптимизации.

ВЛАДЕТЬ: математическим аппаратом методов оптимизации, навыками алгоритмизации

основных задач.

3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии
В процессе чтения лекций применяются презентации, содержащие различные виды информации. На практических занятиях – использование традиционных практических заданий для закрепления и контроля знаний.

В учебном процессе наряду с традиционным обучением используется дистанционное обучение посредством использования электронной почты и системы Moodle.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Подготовка к лекциям, практическим занятиям и коллоквиумам.
2. Самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов) в соответствии со структурой дисциплины (модуля), составление конспектов.
3. Самостоятельное выполнение лабораторных (практических) работ.
4. Подготовка к тестированию, аудиторной контрольной работе
5. Выполнение домашних заданий
6. Подготовка к промежуточной аттестации.

Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Экстремальные задачи	Проработка Решение задач Коллоквиум	15	Оценка текущего контроля по БРС Самоконтроль Фронтальный опрос, Фронтальная аудиторная контрольная работа Индивидуальный контроль внеаудиторных срс
2	Линейное программирование	Проработка Решение задач Коллоквиум	15	Оценка текущего контроля по БРС Самоконтроль Фронтальный опрос, Фронтальная аудиторная контрольная работа Индивидуальный контроль внеаудиторных срс
5	Вариационное исчисление	Проработка Решение задач Коллоквиум	15	Оценка текущего контроля по БРС Самоконтроль Фронтальный опрос, Фронтальная аудиторная контрольная работа

				Индивидуальный контроль внеаудиторных срс
			45	

Практические занятия

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Лабораторная работа или лабораторный практикум	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Экстремальные задачи	Практическое занятие	12	Индивидуальный контроль срс
2	Линейное программирование	Практическое занятие	12	Индивидуальный контроль срс
3	Вариационное исчисление	Практическое занятие	10	Индивидуальный контроль срс
			34	

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

действует Балльно-рейтинговая система по дисциплине.

Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

-Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

-Необходимо записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

-Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их.

-В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

- Каждому обучающемуся необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

-В конспект следует заносить всё, что преподаватель пишет на доске, а также рекомендуемые схемы, таблицы, диаграммы и т.д.

Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе подготовки к практическому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем практические задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы. Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

При решении задач обязательно просмотрите проработайте примеры задач. Это залог успешного освоения материала. Что поможет в дальнейшем при усложнении заданий. При решении задач осваивается методика решения задач.

Методические указания по выполнению письменных работ

Письменные работы выполняются в тетради или в отчете по работе в текстовом редакторе Word с соблюдением требований по оформлению.

Пишите разборчиво. В начале указываем номер задачи, условие, далее отображаем ход решения с применением определенного метода изучаемого на данный период. При расчетах приветствуется применение специальных математических программ. Все расчеты прикладываются в отчете. Обязательно указывается ответ с единицами измерения (если имеются в условии). При выполнении работы убедитесь, что выполнены все разделы задания. Работу необходимо представить преподавателю согласно графика сдачи работ, который объявляется преподавателем в начале семестра и уточняется в зависимости от темпа освоения группой предыдущего учебного материала до начала выполнения текущей работы. .

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа (по В.И. Далу «самостоятельный – человек, имеющий свои твердые убеждения») осуществляется при всех формах обучения: очной и заочной.

Самостоятельная работа приводит обучающегося к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений.

Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

Виды самостоятельной работы, выполняемые в рамках курса:

1. Конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
2. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
3. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
4. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;
5. Выполнение итоговой контрольной работы.

Обучающимся рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для

усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые обучающийся получает в аудитории.

Можно отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса обучающийся может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала.

Методические рекомендации по работе с литературой

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой следует учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

Предварительное чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность обучающемуся сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

Выборочное – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

Аналитическое чтение – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов обучающийся будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в приведенном в ФОС перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью изучающего чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации.

Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.

2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм: медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного; – выделить ключевые слова в тексте; - постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

К этому можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку

относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного

К электронной версии методических указаний имеется доступ в СДО Moodle.

Условием допуска к промежуточной аттестации является набор не менее 45 баллов в течении семестра.

Рейтинговый регламент по дисциплине представлен в таблицах

Рейтинговый регламент по дисциплине:

Вид выполняемой учебной работы (контролирующие мероприятия)	Количество баллов (min)	Количество баллов (max)
Проработка теоретического материала	5	8
Решение задач	17	26
Контрольная работа по входу	3,5	5
Тематические контрольные работы	9,5	15
Коллоквиум	6,5	10
Мини-контрольные	3,5	6
Количество баллов для допуска к экзамену (min-max)	45	70

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные и методические материалы (ФОС) оформлены как Приложение к рабочей программе дисциплины.

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Шкалы оценивания уровня сформированности компетенций/элементов компетенций		
			Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
ОПК-1 - Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук и использовать	ОПК 1.1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук.	знает: постановки различного типа экстремальных задач; теоретические основы курса: определения, методы решения каждого типа	Высокий	Обучающийся всесторонне и глубоко владеет знаниями, сложными навыками, способен уверенно	отлично

их профессиональной деятельности	В ОПК 1.2 Умеет использовать их в профессиональной деятельности. ОПК 1.3 Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний.	экстремальных задач; области приложения в других областях математического знания и дисциплинах естественно-научного и экономического содержания. уметь: решать экстремальные задачи различного типа; формализовывать различные задачи на экстремум значения, переводя их с содержательного языка на формальный язык теории экстремальных задач; использовать знания фундаментальных основ, подходы и методы курса «Методы оптимизации» в обучении, научных исследованиях и профессиональной деятельности; использовать методы теории экстремальных задач для формализации и решения задач математического моделирования и вычислительной математики. владеть: теоретическими основами дисциплины		ориентироваться в практических ситуациях. Достигнут высокий уровень формирования компетенции.	
			Базовый	Обучающийся владеет знаниями, проявляет соответствующие навыки в практических ситуациях, но имеют место некоторые неточности в демонстрации и освоения материала. Достигнут повышенный уровень формирования компетенции	хорошо
			Минимальный	Компетенция недостаточно развита. Обучающийся частично проявляет знания и навыки, входящие в состав компетенции. Пытается, стремится	удовлетворительно

<p>ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач</p>	<p>ОПК 2.1 Знает: математические основы программирования и языков программирования, организации баз данных и компьютерного моделирования; математические методы оценки качества, надежности и эффективности программных продуктов; математические методы организации информационной безопасности при разработке и эксплуатации программных продуктов и программных комплексов. ОПК 2.2 Умеет использовать</p>	<p>«Методы оптимизации»; методами решения экстремальных задач различного типа; методами теории экстремальных задач для формализации и решения задач математического моделирования и вычислительной математики; навыками применения методов оптимизации в обучении, научных исследованиях и профессиональной деятельности.</p>	<p>проявлять нужные навыки, понимает их необходимость, но у него не всегда получается. Достигнут только базовый уровень формирования компетенции.</p>	
		<p>Знает методы решения каждого типа экстремальных задач с использованием средств программирования компьютерного моделирования уметь: решать экстремальные задачи различного типа с использованием средств программирования компьютерного моделирования Умеет использовать этот аппарат в профессиональной деятельности. Имеет навыки применения данного</p>	<p>Не освоены</p> <p>Компетенция не развита. Обучающийся не владеет необходимыми знаниями и навыками и не старается их применять. Не достигнут базовый уровень формирования компетенции.</p>	<p>неудовлетворительно</p>

	этот аппарат в профессиональной деятельности. ОПК 2.3 Имеет навыки применения данного математического аппарата при решении конкретных задач.	математического аппарата при решении конкретных задач. С использованием компьютерных средств.			
--	--	---	--	--	--

6.2. Примерные контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Коды оцениваемых компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Оцениваемый показатель (ЗУВ)	Тема	Образец типового (тестового или практического) задания (вопроса)
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК 1.1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических (или) естественных наук. ОПК 1.2 Умеет использовать их в профессиональной деятельности. ОПК 1.3 Имеет навыки выбора методов решения профессиональной деятельности на	1.1 знает: постановки различного типа экстремальных задач; теоретические основы курса: определения, методы решения каждого типа экстремальных задач; области приложения в других областях математического знания и дисциплинах естественно-научного и экономического содержания. уметь: решать экстремальные задачи различного типа; формализовывать различные задачи на экстремум значения, переводя их с содержательного языка	Экстремальные задачи	Необходимые и достаточные условия экстремума функции одной и нескольких переменных. Метод Ньютона. Критерий Сильвестра. Необходимые и достаточные условия экстремума. Принцип Лагранжа. Теорема об обратной функции. Теорема Вейерштрасса. Необходимые и достаточные условия второго порядка.
			Линейное программирование	Задача ЛП. Основные теоремы ЛП. Геометрическая интерпретация и геометрическое решение задачи ЛП. Каноническая форма записи задачи ЛП и ее

	<p>основе теоретических знаний.</p>	<p>на формальный язык теории экстремальных задач; использовать знания фундаментальных основ, подходы и методы курса «Методы оптимизации» в обучении, научных исследованиях и профессиональной деятельности; использовать методы теории экстремальных задач для формализации и решения задач математического моделирования и вычислительной математики. владеть: теоретическими основами дисциплины «Методы оптимизации»; методами решения экстремальных задач различного типа; методами теории экстремальных задач для формализации и решения задач</p>		<p>базисное решение. Алгоритм симплекс-метода. Условие оптимальности и условие допустимости. Особые случаи применения симплекс-метода. Вырожденность. Определение, экономическая интерпретация двойственной задачи. Примеры. Теоремы теории двойственности. Определение транспортной модели. Примеры. Определение начального решения. Метод северо-западного угла. Определение начального решения. Метод минимального элемента. Итерационный алгоритм решения транспортной задачи. Метод потенциалов. Открытая модель транспортной задачи.</p>
<p>ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов</p>	<p>ОПК 2.1 Знает: математические основы программирования и языков программирования, организации баз данных и компьютерного</p>	<p>математического моделирования и вычислительной математики; навыками применения методов оптимизации в обучении, научных исследованиях и профессиональной деятельности. Знает методы решения каждого типа экстремальных задач с использованием средств программирования</p>	<p>Вариационное исчисление</p>	<p>Экстремум функционалов. Первая вариация. Необходимое условие экстремума функционалов. Уравнение Эйлера. Простейшие случаи интегрируемости уравнения Эйлера. Функционалы, зависящие от производных более высокого порядка. Уравнение Эйлера - Остроградского. Поле</p>

решения прикладных задач	<p>моделирования; математические методы оценки качества, надежности и эффективности программных продуктов; математические методы организации информационно-й безопасности при разработке и эксплуатации программных продуктов и программных комплексов. ОПК 2.2 Умеет использовать этот аппарат в профессиональной деятельности. ОПК 2.3 Имеет навыки применения данного математического аппарата при решении конкретных задач.</p>	<p>компьютерного моделирования уметь: решать экстремальные задачи различного типа с использованием средств программирования компьютерного моделирования</p> <p>Умеет использовать этот аппарат в профессиональной деятельности. Имеет навыки применения данного математического аппарата при решении конкретных задач. С использованием компьютерных средств.</p>	<p>экстремалей. Простейшая задача с подвижными границами. Задача с подвижными границами для функционалов вида</p> $J[y_1, y_2, \dots, y_n] = \int_{x_1}^{x_2} F(x, y, z, y', z') dx$ <p>.Экстремали с угловыми точками. Задача об отражении экстремалей. Экстремали с угловыми точками. Задача о преломлении экстремалей. Вариационные задачи в параметрической форме. Достаточные условия экстремума. Достаточные условия экстремума. Функция Вейерштрасса. Вариационные задачи на условный экстремум. Изопериметрические задачи.</p>
--------------------------	---	---	--

Паспорт оценочных средств по дисциплине № п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
---	---	---	----------------------------------

ОС №1	Все разделы	ОПК-1 ОПК-2	собеседование
ОС №2	Все разделы	ОПК-1 ОПК-2	разноуровневые задачи и задания
ОС №3	Все разделы	ОПК-1 ОПК-2	итоговая контрольная работа
ОС №4	Все разделы	ОПК-1 ОПК-2	компьютерное тестирование
ОС №5	Все разделы	ОПК-1 ОПК-2	экзамен

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 вопросов для собеседования по дисциплине

Область применения методов оптимизации. Классификация задач и методов оптимизации, локальная и глобальная оптимизация. Основные математические понятия (норма, компактность, выпуклость и т.п.).

Общая постановка задачи оптимизации. Понятие точности решения. Относительная и абсолютная погрешность. Погрешность вычислений и ее влияние на точность нахождения оптимума. Правильная постановка задачи.

Теоретические аспекты линейного программирования. Геометрическая интерпретация.

Симплекс-метод: прямой и двойственный. Проблемы дегенерации и закливания, варианты решения. Методы внутренней точки.

Методы одномерной оптимизации. Метод дихотомии. Метод Фибоначи. Метод квадратичной интерполяции.

Методы штрафов. Методы последовательного квадратичного программирования.

Барьерные методы. Методы внутренней точки. Функция чувствительности. Робастная оптимизация.

Методы ветвей и границ. Верхние и нижние оценки. Миноранты.

Метод неравномерных покрытий.

Основы интервального анализа. Использование интервального анализа для получения нижних оценок.

Интервальный метод Ньютона для решения задач безусловной оптимизации.

ДС-программирование. Методы ветвей и отсечений.

Задача об одномерном булевом ранце. Приближенные алгоритмы решения задачи о ранце.

Методы динамического программирования для задачи о ранце. Методы ветвей и границ для задачи о ранце.

Линейное целочисленное программирование. Метод Гомори.

Метод ветвей и границ для задачи линейного целочисленного программирования.

Комбинированные алгоритмы – методы ветвей и отсечений.

Методы, основанные на использовании свойства Липшицевости целевой функции.

«Генетические» алгоритмы.

Популяционные алгоритмы (алгоритмы муравьиной колонии, роя частиц и т.п.).

Метод отжига.

Постановка задачи «черного ящика». Детерминированные методы локальной оптимизации (Методы нулевого порядка). Метод Розенброка. Метод Пауэлла.

Стохастические методы локальной оптимизации. Метод случайного поиска. Метод Солиса-Ветса. Метод basin-hopping.

Стратегии глобализации в задачах «черного ящика». Ограничения и специфика применения методов глобального поиска в задачах черного ящика.

Теория отношений порядка.

Понятие оптимальности по Парето и Слейтеру. Оболочка Эджворта-Парето.

Методы многокритериальной оптимизации (методы без участия ЛПР, методы выявления предпочтений, интерактивные методы, целевые методы, методы на основе аппроксимации (построения) границы Парето).

Методы аппроксимации (построения) границы Парето (оболочки Эджворта-Парето).

ОС №2: Комплект разноуровневых заданий и задач для проведения практических занятий

Список вопросов к модулю 1.

1. Задачи оптимизации. Основные понятия.
2. Примеры задач оптимизации.
3. Задачи оптимального проектирования.
4. Задачи оптимального планирования.
5. Классы задач оптимизации
6. Методы одномерной минимизации.
7. Пассивный и последовательный поиск.
8. Оптимальный пассивный поиск.
9. Методы последовательного поиска.
10. Стратегии декомпозиции множества решений и дерево поиска.
11. Методы поиска решения, использующие идею отсечения.
12. Метод поиска в глубину. Метод поиска в ширину.
13. Метод «ветвей и границ».
14. Пример решения задачи методом «ветвей и границ».

Модуль 2

15. Целевое программирование.
16. Целевое программирование. Формулировка задачи целевого программирования.
17. Алгоритмы целевого программирования.
18. Алгоритмы целевого программирования. Метод весовых коэффициентов.
19. Алгоритмы целевого программирования. Метод приоритетов.
20. Экстремальные задачи без ограничений.
21. Необходимые условия существования экстремума.
22. Достаточные условия существования экстремума.
23. Метод Ньютона-Рафсона.
24. Задачи на экстремум при наличии ограничений. Ограничения в виде равенств.
25. Метод приведенного градиента (метод Якоби).
26. Метод множителей Лагранжа.
27. Задачи на экстремум при наличии ограничений. Ограничения в виде неравенств.
28. Обобщенный метод множителей Лагранжа.
29. Условия Куна-Таккера.
30. Алгоритмы нелинейного программирования.
31. Алгоритмы решения задач без ограничений. Градиентный метод.
32. Алгоритмы решения задач с ограничениями. Сепарабельное программирование.

Задание № 1

Найти точку экстремума функции методами дихотомии, золотого сечения и, Фибоначчи. Сравнить результаты.

1. $f(x) = x^2 + 2x - 6 \rightarrow \max; L_0 = [-4, 4]; l_0 = 0.8; l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$

2. $f(x) = 3 + 6x - 4x^2 \rightarrow \max; L_0 = [-2, 2]; l_0 = 0.4; l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$

3. $f(x) = 4x - x^2 - 5 \rightarrow \max; L_0 = [-2, 5]; l_0 = 0.7; l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$

4. $f(x) = -2x^2 + 12x + 3 \rightarrow \max; L_0 = [0, 10]; l_0 = 1.0; l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$

5. $f(x) = -x^2 + x + 3 \rightarrow \max; L_0 = [-3, 3]; l_0 = 0.6; l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$

6. $f(x) = 3x - 2x^2 - 2 \rightarrow \max; L_0 = [-2, 8]; l_0 = 1.0; l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$

7. $f(x) = x^3 + 3x^2 + 1 \rightarrow \min; L_0 = [-2, 1]; l_0 = 0.3; l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$

8. $f(x) = x^2 - 4x + 9 \rightarrow \min; L_0 = [-2, 8]; l_0 = 1.0; l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$

9. $f(x) = 4x^2 + 3x + 1 \rightarrow \min; L_0 = [-2, 2]; l_0 = 0.4; l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$

10. $f(x) = x^3 + x^2 - 3x \rightarrow \min; L_0 = [0, 4]; l_0 = 0.4; l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$

11. $f(x) = x^4 - x^3 + 5x^2 + x - 1 \rightarrow \min; L_0 = [-2, 2]; l_0 = 0.4; l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$

12. $f(x) = 2x^4 - x^3 + x^2 + 3x \rightarrow \min; L_0 = [0, 5]; l_0 = 0.5; l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$

13. $f(x) = 4x - x^2 - x^3 - 5 \rightarrow \max; L_0 = [0, 8]; l_0 = 0.8; \varepsilon = 0.2$

14. $f(x) = 10x - 2x^2 + 2 \rightarrow \max; L_0 = [0, 10]; l_0 = 1.0; \varepsilon = 0.2$

15. $f(x) = 3 + 9x - 4x^2 + x^3 \rightarrow \max; L_0 = [0, 2]; l_0 = 0.1; \varepsilon = 0.06$

16. $f(x) = 3x^2 - x^3 + 2 \rightarrow \max; L_0 = [0, 2.5]; l_0 = 0.3; l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$

17. $f(x) = (x - 2)^2 + 5 \rightarrow \min; L_0 = [-10, 6]; l_0 = 0.8; \varepsilon = 0.4$

18. $f(x) = 5 - e^{-(2-x)^2} \rightarrow \min; L_0 = [0, 6]; l_0 = 0.6; \varepsilon = 0.3$

19. $f(x) = x^2 - 2e^x \rightarrow \min; L_0 = [-2, 1.5]; l_0 = 0.35; \varepsilon = 0.2$

20. $f(x) = x \cdot \ln(4/x) - (1-x) \cdot \ln(1-x) \rightarrow \max; L_0 = [0.5, 1]; l_0 = 0.05;$
 $\varepsilon = 0.025$

21. $f(x) = -2x^2 + 3x - 2 \rightarrow \max; L_0 = [-2, 8]; l_0 = 1.0; l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$

22. $f(x) = x \cdot (x - 4) + 9 \rightarrow \min; L_0 = [-2, 8]; l_0 = 1.0; l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$

23. $f(x) = 2x \cdot (3 - 2x) + 3 \rightarrow \max; L_0 = [-2, 2]; l_0 = 0.4; l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$

24. $f(x) = x \cdot (5x - (x^2 + (x^3 + 1))) - 1 \rightarrow \min; L_0 = [-2, 2]; l_0 = 0.4;$
 $l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$

25. $f(x) = x \cdot (3 + x \cdot (1 - x \cdot (1 - 2x))) \rightarrow \min; L_0 = [0, 5]; l_0 = 0.5; l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$

26. $f(x) = 1 + x \cdot (3 + 4x) \rightarrow \min; L_0 = [-2, 2]; l_0 = 0.4; l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$

27. $f(x) = x * (4 - x) - 5 \rightarrow \max$; $L_0 = [-2, 5]$; $l_0 = 0.7$; $l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$

Задание №

Найти extr функции $Z(X)$ и составить двойственную к ней задачу.

1. $Z = 10x_1 + 16x_2 + 30x_3 \rightarrow \min$, $x_i \geq 0$, $i = \{1, 2\}$, $x_3 \geq -5$

при $x_1 + 2x_2 + 3x_3 \geq 1$,

$x_1 - 2x_2 + x_3 \geq 3$,

$4x_1 - 3x_2 + 2x_3 \geq -1$,

$x_1 + 2x_2 + x_3 \geq 2$,

$2x_1 + x_2 + 3x_3 \geq -2$

2. $Z = 2x_1 - 3x_2 + x_3 \rightarrow \max$, $x_i \geq 0$, $i = \{2, 3\}$, $x_1 \leq 30$

при $x_1 + 2x_2 - 3x_3 + 1 \geq 0$,

$2x_1 - x_2 + x_3 \geq 5$,

$x_1 + x_2 \leq 2$,

$x_2 - x_3 \geq -1$

3. $Z = 4x_1 + 15x_2 + 12x_3 + 2x_4 \rightarrow \min$, $x_i \geq 0$, $i = \{1, 2, 3\}$,

при $2x_2 + 3x_3 + x_4 - 1 \geq 0$,

$x_1 + 3x_2 + x_3 - x_4 \geq 1$,

(двойственную к ней задачу решить графическим методом).

4. $Z = 6x_1 + 9x_2 + 3x_3 \rightarrow \min$, $x_i \geq 0$, $i = \{1, 3\}$, $x_2 \geq -10$,

при $2x_1 - 2x_2 - x_3 \leq -2$,

$3x_1 + 2x_2 - x_3 \geq 1$

(двойственную к ней задачу решить графическим методом).

5. $Z = 6x_1 + 9x_2 + 3x_3 \rightarrow \min$, $x_i \geq 0$, $i = \{1, 2\}$,

при $x_1 + 2x_2 + 3x_3 \geq 1$,

$x_1 - 2x_2 + x_3 \geq 3$,

$4x_1 - 3x_2 + 2x_3 \geq -1$,

$x_1 + 2x_2 + x_3 \geq 2$,

$2x_1 + x_2 + 3x_3 \geq -1$

6. $Z = -x_1 - 2x_2 - 3x_3 \rightarrow \max, \quad x_i \geq 0, i = \{1, 2, 3\},$

при $x_1 - 2x_2 + 3x_3 \geq -1,$

$2x_1 - x_2 - x_3 \leq -1,$

(двойственную к ней задачу решить графическим методом).

7. $Z = 3x_1 - 2x_2 + x_3 \rightarrow \max, \quad x_i \geq 0, i = \{1, 2, 3\},$

при $3x_1 + 4x_3 \geq -2,$

$x_1 - 2x_2 + 3x_3 \leq -1,$

$5x_1 - 4x_2 + x_3 \leq -10,$

$3x_1 + x_2 \leq 4$

8. $Z = x_1 - 2x_2 + 5x_3 - 6x_4 + 2x_5 \rightarrow \max, \quad x_1, x_2, x_4 \geq 0, x_3 \geq -1$

при $x_1 - 2x_2 + x_3 - x_4 + x_5 = 6,$

$x_1 - x_3 + 2x_4 + 3x_5 = 8,$

$x_1 + x_2 - 2x_3 + 4x_4 - x_5 \leq 5,$

$x_2 - 3x_4 + 2x_5 \geq 4$

9. $Z = x_1 - 2x_2 + 5x_3 - 6x_4 + 2x_5 \rightarrow \max, \quad x_i \geq 0, i = \{1, 2, 3, 4\},$

при $x_1 - 2x_2 + x_3 - x_4 + x_5 = 6,$

$x_2 - 3x_4 + 2x_5 \geq 4,$

$x_1 - x_3 + 2x_4 + 3x_5 = 8,$

$x_1 + 2x_2 - 2x_3 + 4x_4 - x_5 \leq 5$

10. $Z = x_1 - x_2 + x_3 + x_4 + x_5 - x_6 \rightarrow \max, \quad x_i \geq 0, i = \{1, 2, 5, 6\}, x_3 \geq -5, x_4 \geq 1$

при $x_1 + x_4 + 6x_6 \geq 9,$

$3x_1 + x_2 - 4x_3 + 2x_6 \geq 2,$

$x_1 + 2x_3 + x_5 + 2x_6 \geq 6$

11. $Z = x_1 - x_2 + x_3 - x_4 \rightarrow \min, \quad x_i \geq 0, i = \{1, 3, 4\}, x_2 \geq 2$

при $x_1 + 2x_2 - x_3 + 3x_4 = 6,$

$x_2 - 2x_3 - x_4 = 4,$

$2x_1 + x_3 + x_4 = 8$

12. $Z = x_4 - x_5 \rightarrow \max, \quad x_i \geq 0, \quad i = \{1, 3, 4, 5\},$

при $-2x_1 + 2x_3 - x_4 + x_5 \geq 0,$

$2x_2 - x_3 - x_4 + x_5 \geq 0,$

$x_1 - 2x_2 - x_4 + x_5 \geq 0,$

$x_1 + x_2 + x_3 = 1$

13. $Z = 2x_1 + x_2 + 2x_3 \rightarrow \max, \quad x_i \geq 0, \quad i = \{1, 3\}, \quad x_2 \geq -2$

при $3x_1 - 2x_2 + x_3 \leq 5,$

$x_1 + x_2 - 3x_3 \leq 8,$

$-2x_1 + 3x_2 + x_3 = 2$

14. $Z = 8x_1 + 16x_2 + 14x_3 + 6x_4 \rightarrow \min, \quad x_i \geq 0, \quad i = \{1, 2, 4\},$

при $3x_1 + x_2 \geq 1,$

$2x_1 + 3x_2 + x_3 \geq 1,$

$2x_2 + x_3 + x_4 \geq 0,$

$2x_3 + 3x_4 \geq -2,$

$x_1 + 4x_2 + 3x_3 + x_4 \geq 0,$

$x_1 + 2x_2 - 3x_3 - 2x_4 \geq -1,$

$x_1 + 3x_2 + 3x_3 + x_4 \geq -2$

15. $Z = 2x_1 - 3x_2 + x_3 \rightarrow \max, \quad x_i \geq 0, \quad i = \{1, 2\}, \quad x_3 \geq 1$

при $x_1 + 2x_2 - 3x_3 + 1 \geq 0,$

$2x_1 - x_2 + x_3 \geq 4,$

$x_1 + x_2 \leq 2,$

$x_2 - x_3 \geq -2$

16. $Z = 4x_1 + 15x_2 + 12x_3 + 2x_4 \rightarrow \min, \quad x_i \geq 0, \quad i = \{1, 2, 3\}, \quad x_4 \geq 2$

при $2x_2 + 3x_3 + x_4 - 1 \geq 0,$

$x_1 + 3x_2 + x_3 - x_4 \geq 1,$

(двойственную задачу решить графическим методом).

17. $Z = 6x_1 + 9x_2 + 3x_3 \rightarrow \min$, $x_1 \geq 0$, $x_2 \geq -2$, $x_3 \geq 0$,

при $2x_1 - 2x_2 - x_3 \leq -2$,

$3x_1 + 2x_2 - x_3 \geq 1$,

(двойственную задачу решить графическим методом).

18. $Z = 6x_1 + 9x_2 + 3x_3 \rightarrow \min$, $x_i \geq 0$, $i = \{1, 2, 3\}$,

при $x_1 + 2x_2 + 3x_3 \geq 1$,

$x_1 - 2x_2 + x_3 \geq 3$,

$4x_1 - 3x_2 + 2x_3 \geq -3$,

$x_1 + 2x_2 + x_3 \geq 2$,

$2x_1 + x_2 + 3x_3 \geq -2$

19. $Z = -x_1 - 2x_2 - 3x_3 \rightarrow \max$, $x_i \geq 0$, $i = \{1, 2, 3\}$,

при $x_1 - 2x_2 + 3x_3 \geq -1$,

$2x_1 - x_2 - x_3 \leq -1$,

(двойственную задачу решить графическим методом).

20. $Z = 3x_1 - 2x_2 + x_3 \rightarrow \max$, $x_i \geq 0$, $i = \{1, 3\}$, $x_2 \geq -5$

при $3x_1 + 4x_3 \geq -2$,

$x_1 - 2x_2 + 3x_3 \leq -1$,

$5x_1 - 4x_2 + x_3 \leq -10$,

$3x_1 + x_2 \leq 4$

21. $Z = x_1 - 2x_2 + 5x_3 - 6x_4 + 2x_5 \rightarrow \max$, $x_1, x_2, x_4 \geq 0$,

при $x_1 - 2x_2 + x_3 - x_4 + x_5 = 6$,

$x_1 - x_3 + 2x_4 + 3x_5 = 8$,

$x_1 + x_2 - 2x_3 + 4x_4 - x_5 \leq 5$,

$x_2 - 3x_4 + 2x_5 \geq 4$

22. $Z = x_1 - x_2 + x_3 + x_4 + x_5 - x_6 \rightarrow \max$, $x_i \geq 0, i = \{1, 2, 3, 4, 5\}, x_5 \geq -6$

при $x_1 + x_4 + 6x_6 \geq 9$,
 $3x_1 + x_2 - 4x_3 + 2x_6 \geq 2$,
 $x_1 + 2x_3 + x_5 + 2x_6 \geq 6$

23. $Z = x_1 - x_2 + x_3 - x_4 \rightarrow \min$, $x_i \geq 0, i = \{1, 3, 4\}, x_2 \geq 3$,

при $x_1 + 2x_2 - x_3 + 3x_4 = 6$,
 $x_2 - 2x_3 - x_4 = 4$,
 $2x_1 + x_3 + x_4 = 8$

24. $Z = x_4 - x_5 \rightarrow \max$, $x_i \geq 0, i = \{1, 2, 4, 5\}, x_3 \geq -5$

при $-2x_1 + 2x_3 - x_4 + x_5 \geq 0$,
 $2x_2 - x_3 - x_4 + x_5 \geq 0$,
 $x_1 - 2x_2 - x_4 + x_5 \geq 0$,
 $x_1 + x_2 + x_3 = 1$

25. $Z = 8x_1 + 16x_2 + 14x_3 + 6x_4 \rightarrow \min$, $x_i \geq 0, i = \{1, 2, 3\}$

при $3x_1 + x_2 \geq 1$,
 $2x_1 + 3x_2 + x_3 \geq 1$,
 $2x_2 + x_3 + x_4 \geq 1$,
 $2x_3 + 3x_4 \geq -2$,
 $x_1 + 4x_2 + 3x_3 + x_4 \geq 0$,
 $x_1 + 2x_2 - 3x_3 - 2x_4 \geq -1$,
 $x_1 + 3x_2 + 3x_3 + x_4 \geq -1$

26. $Z = x_1 - 2x_2 + 5x_3 - 6x_4 + 2x_5 \rightarrow \max$, $x_i \geq 0, i = \{2, 3, 4, 5\}$,

$x_1 \geq -2$
при $x_1 - 2x_2 + x_3 - x_4 + x_5 = 6$,
 $x_2 - 3x_4 + 2x_5 \geq 4$,
 $x_1 - x_3 + 2x_4 + 3x_5 = 8$,
 $x_1 + 2x_2 - 2x_3 + 4x_4 - x_5 \leq 5$

Задание

Найти экстремум целевой функции $f(x)$ методом неопределенных множителей Лагранжа, составить двойственную задачу:

1. $f(x) = x_1^2 + x_2^2 + 4x_1x_2 \rightarrow \max$; $x_1 + x_2^2 = 5$, $x_1 \geq 0$

2. $f(x) = (x_1 - 2.5)^2 + x_2^2 \rightarrow \max$; $x_1 \geq 0$; $x_2 \geq 2$; $x_1 + x_2 \leq 9$;
 $x_1 - x_2 \leq 1$; $x_1 + 2x_2 \geq 3$

3. $f(x) = \sum_{i=1}^n x_i^2 \rightarrow \min$; $x_1 - 2x_2 + \dots + nx_n = 1$

4. $f(x) = x_1x_2 - x_2x_3 \rightarrow \min$; $x_1 + x_3 = 2$; $x_1^2 + x_2^2 = 1$

5. $f(x) = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1x_2 + x_3^2 \rightarrow \max$, $\sum_{i=1}^3 x_i^2 = 6$; $\sum_{i=1}^3 x_i - 1 \leq 0$, $x_i \geq 0$

6. $f(x) = x_1^2 - (x_2 + 2)^2 \rightarrow \max$; $x_1 \geq x_2$; $x_1^2 + 2x_2 \geq 4$;
 $x_1^2 + x_2^2 \leq 4$

7. $f(x) = (x_1 - 1)^2 + (x_2 + 1)^2 \rightarrow \min$; $x_1^2 + x_2^2 \geq 9$; $x_1 \geq 2$, $x_2 \geq 0$

8. $f(x) = x_1x_2 \rightarrow \min$; $x_1 + x_2 = 1$; $x_1^2 + x_2^2 = 2$

9. $f(x) = \ln x_1 - x_2 \rightarrow \max$; $x_1 - x_2 \leq 2$, $x_1 + x_2^2 \leq 4$, $x_1 > 0$

10. $f(x) = x_1^2 - x_2^2 - x_1x_2 \rightarrow \max$; $x_1 \geq 1$; $x_1^2 + x_2 \geq 9$

11. $f(x) = x_1 + \sqrt{x_2} \rightarrow \min$; $x_1^2 + x_2^2 = 1$; $x_1 + x_2 \geq 1$

12. $f(x) = x_1 - x_2 \rightarrow \min$; $2x_1 + x_2 \leq 2$; $3x_1 - x_2 \geq -3$, $x_1 - 2x_2 \leq 3$

13. $f(x) = x_1 \rightarrow \mathbf{min}$; $x_1 + x_3 \geq 2$; $x_1^2 + x_2^2 \geq 2$; $x_1^2 + (x_2^2 + 2) \leq 2$

14. $f(x) = x_1^2 + (x_2 - 1)^2 \rightarrow \mathbf{min}$; $x_1^2 + 4x_2^2 \leq 4$; $2x_1^2 + x_2 \geq 2$, $x_1 \geq 2$

15.

$f(x) = x_1 \rightarrow \mathbf{max}$; $x_1^2 + x_2^2 \leq 1$; $(x_1 - 1)^2 + x_2^2 \geq 1$, $x_1 + x_2 \leq 1$

16. $f(x) = (x_1 + 1)^2 + (x_2 - 1)^2 \rightarrow \mathbf{min}$; $x_1 \geq 3$; $x_2 \geq 1$; $x_1^2 + x_2^2 \geq 7$

17. $f(x) = 10(x_1 - 3.5)^2 + 20(x_2 - 4)^2 \rightarrow \mathbf{min}$; $x_1 + x_2 \leq 6$; $x_1 - x_2 \leq 1$
 $2x_1 + x_2 \geq 6$, $0.5x_1 - x_2 \geq -4$, $x_1 \geq 1$, $x_2 \geq$

18. $f(x) = 2 + 3x_1 + x_2^2 + 4x_1x_2 \rightarrow \mathbf{max}$; $x_1 + x_2^2 = 5$, $x_1 \geq 0$

19. $f(x) = x_1^2 - (x_2 + 2)^2 \rightarrow \mathbf{max}$; $x_1 \geq x_2$; $x_1^2 + 2x_2 \geq 4$;
 $x_1^2 + x_2^2 \leq 4$

20.

$f(x) = 25(x_1 - 2)^2 + (x_2 - 2)^2 \rightarrow \mathbf{max}$; $x_1 + x_2 \geq 2$; $x_1 - x_2 \geq -2$,
 $x_1 + x_2 \leq 6$, $x_1 - 3x_2 \leq 2$, $x_1 \geq 0$, $x_2 \geq 0$

21. $f(x) = x_1x_2 + x_2x_3 \rightarrow \mathbf{max}$; $x_1^2 + x_2^2 = 2$; $x_2 + x_3 = 2$

22. $f(x) = x_1 - x_2 \rightarrow \mathbf{min}$; $x_1 + 3x_2 \leq 3$; $x_1 - x_2 \geq -3$; $2x_1 + x_2 \geq -3$

23. $f(x) = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1x_2 + x_3^2 \rightarrow \mathbf{max}$, $\sum_{i=1}^3 x_i^2 = 6$; $\sum_{i=1}^3 x_i \leq 0$, $x_i \geq 0$

24.

$f(x) = 2x_1 - x_2 \rightarrow \mathbf{max}$; $x_1^2 + x_2^2 \leq 1$; $x_1 - x_3 \leq 0$, $x_1 + x_3 \leq -1$

25. $f(x) = \ln x_1 + x_2 \rightarrow \mathbf{min}$; $x_1 + x_2 \leq 3$; $x_1^2 + x_2 \leq 9$; $x_2 \geq 1$

26. $f(x) = (x_1 - 1) + x_2^2 \rightarrow \mathbf{min}$; $x_1^2 - x_2 + 1 = 0$

27. $f(x) = x_1x_2x_3 \rightarrow \mathbf{min}$; $\sum_{i=1}^3 x_i^2 = 1$, $\sum_{i=1}^3 x_i = 1$

Задание № 3

Найти экстремум целевой функции, используя методы релаксации, пропорционального градиентного поиска и наискорейшего подъема (спуска), начиная с точки X^0 . Указать условие остановки, сравнить скорость сходимости и расстояние до истинного экстремума. Построить траекторию поиска.

1. $f(X) = 3x_1^3 - x_1 - x_2^3 - 3x_2^2 - 1$ | max | ; $X^0 = (0, 0)$

2. $f(X) = x_1^2 - 4x_1 + 2x_2^2 + 2x_2$ | min | ; $X^0 = (1, 0)$

3. $f(X) = x_1^2 * x_2 - 2x_1 * x_2 + x_1/x_2$ | min | ; $X^0 = (1, 2)$

4. $f(X) = 9x_1^2 - 90x_1 + 16x_2^2 - 128x_2$ | min | ; $X^0 = (1, 0)$

5. $f(X) = 2x_1^2 - 12x_1 + x_2^2$ | min | ; $X^0 = (5, 3)$

6. $f(X) = 2x_1^2 + x_2^2 - 3x_1 * x_2$ | min | ; $X^0 = (2, 2)$

7. $f(X) = (x_1 - 2)^2 - (x_2 - 3)^2$ | max | ; $X^0 = (6, 4)$

8. $f(X) = 4x_1 - 8x_2 - 2x_1^2 - 2x_2^2$ | max | ; $X^0 = (5, 10)$

9. $f(X) = 8x_1 + 32x_2 - 2x_1^2 - 4x_2^2$ | max | ; $X^0 = (6, 6)$

10. $f(X) = 2x_1 - x_1^2 - x_2^2$ | max | ; $X^0 = (3, 2)$

11. $f(X) = 4x_1 + 2x_2 - x_1^2 - x_2^2 + 5$ | max | ; $X^0 = (4, 5)$

12. $f(X) = 10x_1 - 16x_2 - x_1^2 - x_2^2$ | max | ; $X^0 = (1, 2)$

13. $f(X) = 6x_1 - 2x_1^2 + 2x_1 * x_2 - 2x_2^2$ | max | ; $X^0 = (0, 0)$

14. $f(X) = 6x_1 + 4x_2 + 2x_3 - 3x_1^2 - 2x_1^2 - (1/3) * x_3^2$ | max | ; $X^0 = (0, 0, 3)$

15. $f(X) = x_1^2 + 4x_2^2 - 1$ | min | ; $X^0 = (1, 1)$

16. $f(X) = 3x_1^3 - x_1 + x_2^3 - 3x_2^2 - 1$ | min | ; $X^0 = (0, 0)$

17. $f(X) = x_1^2 * x_2 - 2x_1 * x_2 + x_1/x_2$ | min | ; $X^0 = (1, 2)$

18. $f(X) = 9x_1^2 - 90x_1 + 16x_2^2 - 128x_2$ | min | ; $X^0 = (0, 0)$

19. $f(X) = 2x_1^2 + x_2^2 - 12x_1$ | min | ; $X^0 = (5, 3)$

20. $f(X) = x_1 - x_2 + 5x_3 - x_1^2 + 2x_2^2 + (1/2) * x_3^2$ | max | ; $X^0 = (0, 1, 3)$

21. $f(X) = 2x_1^2 + x_2^2 - 3x_1 * x_2$ | min | ; $X^0 = (2, 2)$

22. $f(X) = (x_1 - 2)^2 + (x_2 + 3)^2$ | max | ; $X^0 = (6, 4)$

23. $f(X) = 4x_1 + 8x_2 - 2x_1^2 - 2x_2^2$ | max | ; $X^0 = (5, 10)$

24. $f(X) = 8x_1 - 32x_2 - 2x_1^2 + 4x_2^2$ | max | ; $X^0 = (6, 6)$

25. $f(X) = 2x_1 - x_1^2 + 2x_2^2$ | max | ; $X^0 = (3, 2)$

26. $f(X) = 4x_1 - 2x_2 - x_1^2 - x_2^2 + 1$ | max | ; $X^0 = (4, 5)$

27. $f(X) = 10x_1 - 16x_2 - x_1^2 + x_2^2$ | max | ; $X^0 = (1, 2)$

Задачи ЛП

Задача 1.

Найти все вершины полиэдров в R^3 , задаваемых системой

$$\begin{cases} X_1 - 2X_2 + 5X_3 \leq 4 \\ 4X_1 - X_2 + 6X_3 \leq 9 \\ 2X_1 - 4X_2 + 3X_3 \geq 1 \\ X_1 + 5X_2 - 2X_3 \geq -3 \end{cases}$$

Задача 2.

Найти решение задачи ЛП методом полного перебора вершин

$$X_1 + X_2 + 2X_3 + 3X_4 \rightarrow \min$$

$$X_1 + X_2 + 3X_3 + 4X_4 = 12$$

$$X_1 - X_2 + X_3 - X_4 = 2$$

$$X_j \geq 0$$

Задача 3.

Найти решение задачи ЛП методом полного перебора вершин

$$X_1 + X_2 + X_3 \rightarrow \max$$

$$X_1 - X_2 + X_3 \leq 4$$

$$2X_1 + X_2 + X_3 \leq 3$$

$$3X_1 + X_2 + 2X_3 \leq 6$$

$$-X_1 + 2X_2 - X_3 \leq -3$$

Задача 4.

Завод производит за месяц 1500000л алкилама, 1200000л крекинг-бензина и 1300000л изолентона. В результате смешивания этих компонентов в пропорциях 1:1:1 и 3:1:2 получается бензин сорта А и Б соответственно. Стоимость 1000л бензина сорта А и Б соответственно равны 90 и 120 условных единиц. Определить месячный план производства бензина А и Б, максимизирующий стоимость выпущенной продукции.

Задача 5.

Используя метод исключения переменных и геометрическое построение, решить задачу ЛП:

$$8X_1 - 2X_2 - 3X_3 \rightarrow \max$$

$$-X_1 + 3X_2 + X_3 \leq 4$$

$$7X_1 - 2X_3 \leq 16$$

$$2X_1 - X_2 - X_3 = 2$$

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, X_3 \geq 0.$$

Задача 6.

Найти все вершины полиэдров в \mathbb{R}^3 , задаваемых следующей системой:

$$-X_1 + 2X_2 - 2X_3 \geq 2$$

$$X_1 + 4X_2 + 2X_3 \geq 4$$

$$X_1 - X_2 + X_3 \leq 0$$

$$-X_1 + 5X_2 + X_3 = 8$$

Задача 7.

Найти все вершины полиэдров в \mathbb{R}^4 , задаваемых следующей системой:

$$\begin{cases} X_1 - 2X_2 + 4X_3 - X_4 = 1 \\ 2X_1 + 3X_2 + X_3 + 2X_4 = 3 \\ X_j \geq 0 \end{cases}$$

Задача 8.

Найти все вершины полиэдров в \mathbb{R}^4 , заданных системой:

$$\begin{cases} 4X_1 + 5X_2 + X_3 - X_4 = 2 \\ 2X_1 + X_2 + X_3 + 3X_4 = 5 \\ X_j \geq 0 \end{cases}$$

Задача 9.

Найти все вершины полиэдров в \mathbb{R}^3 , задаваемых системой:

$$\begin{cases} X_1 + X_2 + X_3 \leq 15 \\ 2X_1 + X_2 - 3X_3 \leq 43 \\ X_1 + 2X_2 + X_3 = 5 \\ 2X_1 + 5X_2 + 3X_3 = 1 \end{cases}$$

Задача 10.

Найти все вершины полиэдров в \mathbb{R}^3 , задаваемых системой:

$$\begin{cases} X_1 + 3X_2 + 4X_3 \leq 8 \\ 2X_1 - 2X_2 - 5X_3 \leq -5 \\ 4X_1 + 7X_2 + X_3 \leq 12 \end{cases}$$

Задача 11.

Фабрика выпускает чай сорта А и сорта Б, смешивая индийский, грузинский, краснодарский. Нормы расхода, объем запасов и прибыль приведены в таблице. Составить план производства чая сорта А и Б с целью максимизации прибыли: (решить графически)

	Нормы расхода		Объем запасов
	А	Б	
Индийский	0,5	0,2	600
Грузинский	0,2	0,6	870
Краснодарский	0,3	0,2	430
Прибыль	320	290	

Задача 12.

Определить, имеется ли среди указанных точек решения соответствующих задач ЛП:

$$-2X_1 + 3X_2 + X_3 \rightarrow \max$$

$$3X_1 + X_2 + 2X_3 - X_4 \leq 3$$

$$X_1 + X_2 + X_3 - 3X_4 \leq -1$$

$$-5X_1 + 2X_2 - X_3 + X_4 \leq -3$$

$$X^1 = (1, 3, 0, 3) \quad X^2 = (0, -1, 3, 2)$$

$$X^3 = (5, 0, -6, 0)$$

Задача 13.

Имеются два цементных завода и три потребителя. В таблице указаны суточные объемы производства цемента, потребности в нем и стоимость перевозки единицы продукции от каждого завода к каждому потребителю. Составить план суточных перевозок цемента с целью минимизации транспортных расходов:

Заводы	Производство цемента в сутки	Стоимость перевозки единицы продукции		
		Потребитель 1	Потребитель 2	Потребитель 3
1	40	10	15	25
2	60	20	30	30
Потребности цемента в сутки		50	20	30

Задача 15.

Найти все вершины полиэдров в R^2 :

$$a) 2X_1 + X_2 \leq 8$$

$$2X_1 - 5X_2 \leq 20$$

$$-X_1 + X_2 \leq 2$$

$$X_1 \geq -5$$

$$c) X_1 + X_2 \leq 6$$

$$-3X_1 + X_2 \leq 9$$

$$X_1 + 2X_2 = 4$$

$$b) -3X_1 + 6X_2 \leq 13$$

$$3X_1 + X_2 \geq 9$$

$$-X_1 + 2X_2 = 4$$

$$d) -3X_1 + 2X_2 \leq 0$$

$$X_1 - X_2 \leq -1$$

$$-X_1 + 2X_2 \leq 4$$

Задача 19.

Решить графическим методом: Найти $\max(2X_1 + 3X_2)$ при

$$2X_1 + 5X_2 \geq 100$$

$$-X_1 + 10X_2 \geq 50$$

$$-3X_1 + 8X_2 \leq 120$$

$$X_1 + X_2 \leq 70$$

Задача 20.

При каких k система имеет вырожденные вершины:

$$X_1 + X_2 \leq 8$$

$$6X_1 + X_2 \leq 12$$

$$2X_1 + X_2 \leq k$$

Задача 22.

Найти все значения параметра a , при которых среди вершин в R^2 имеются вырожденные:

$$aX_1 + X_2 \leq 1$$

$$2X_1 + X_2 \leq 6$$

$$-X_1 + X_2 \leq 6$$

$$X_1 + 2X_2 \geq 6$$

Задача 30.

Используя метод исключения переменных и геометрических построений, найти решение задачи ЛП:

$$-X_1 + X_2 + X_3 + 3X_4 \rightarrow \min$$

$$X_1 + 2X_2 - X_3 - 5X_4 + 2X_5 = -5$$

$$X_1 + X_2 + X_3 - 2X_4 + 5X_5 = -2$$

$$-2X_1 + X_2 + 3X_3 - 3X_4 = 6$$

$$(X_1, X_2, X_3) \geq 0.$$

Задача 31.

Используя метод исключения переменных и геометрические построения найти решение задачи ЛП:

$$X_1 + X_2 + 2X_3 - 9X_4 \rightarrow \max$$

$$2X_1 - X_2 + X_3 - 4X_4 \leq 6$$

$$X_1 + 2X_2 - X_3 + 7X_4 = 5$$

$$5X_1 + X_2 - 3X_3 = 11$$

$$3X_1 + 2X_2 + X_3 - 3X_4 = 7$$

$$X_j \geq 0, \quad j = 1..4$$

Задача 32.

Найти все параметры a , при которых точка X^* является решением задачи ЛП:

$$aX_1 + X_2 \rightarrow \max$$

$$2X_1 + X_2 \leq 10$$

$$X_1 + 2X_2 \leq 14$$

$$4X_1 + X_2 \leq 16$$

$$X^* = (2, 6)$$

Задача 33.

Найти все значения параметра a , при котором точка X^* является решением задачи ЛП:

$$X_1 + 3X_2 \rightarrow \max$$

$$aX_1 + X_2 \geq 4$$

$$2X_1 - X_2 \leq 2$$

$$3aX_1 + 2X_2 \leq 8$$

$$X^* = (0, 4)$$

Задача 14.

Решить симплекс - методом задачу ЛП, начав с указанной вершины допустимого множества:

$$\begin{aligned} X_1 + 3X_2 + X_3 - X_4 &\rightarrow \max \\ X_1 + 2X_2 + X_3 &= 3 \\ -X_1 + X_2 + X_3 &= 1 \\ X_j &\geq 0, \quad X^0 = (0,0,1,3) \end{aligned}$$

Задача 16.

Решить симплекс-методом задачу ЛП, начав с указанной вершины допустимого множества:

$$\begin{aligned} 5X_1 + X_2 + 2X_3 + X_4 &\rightarrow \max \\ X_1 - X_2 + X_3 &= 1 \\ 2X_1 + X_2 + X_4 &= 5 \\ X_j &\geq 0 \quad X^0 = (0,0,1,5) \end{aligned}$$

Задача 17.

Решить симплекс-методом задачу ЛП:

$$\begin{aligned} X_1 + X_2 + X_3 - 2X_4 &\rightarrow \min; \max \\ 2X_1 - X_2 + X_4 &\leq 3 \\ X_1 + X_2 + X_3 - X_4 &\leq 1 \\ X_1 + 2X_2 - X_3 &\leq 1 \\ X_1 + 3X_2 - 2X_3 + X_4 &\leq 1 \\ X_j &\geq 0 \end{aligned}$$

Задача 18.

Решить симплекс-методом задачу ЛП:

$$\begin{aligned} -X_1 + X_2 - 2X_3 + 3X_4 + X_5 &\rightarrow \max \\ X_1 + 2X_2 - X_3 - 2X_4 + X_5 &\leq 3 \\ -X_1 - X_2 + X_3 + 2X_4 + X_5 &\leq 1 \\ 2X_1 + X_2 + X_3 - X_4 &\leq 1 \\ X_j &\geq 0 \end{aligned}$$

Задача 21.

Решить следующую задачу методом ветвей и границ:

$$\begin{aligned} F &= 7X_1 + 3X_2 \rightarrow \max \\ 5X_1 + 2X_2 &\leq 20 \\ 8X_1 + 4X_2 &\leq 38 \end{aligned}$$

X_1, X_2 - целые

Задача 23.

Алгоритм Гомори.
Найти $\max(X_1 + 2X_2)$ при

$$\begin{aligned} X_1 + 7X_2 &\leq 31 \\ 5X_2 - 9X_1 &\geq -22 \\ X_1 + X_2 &\leq 8 \\ X_1, X_2 &\geq 0 \end{aligned}$$

X_1, X_2 - целые

Задача 24.

Решить методом ветвей и границ:

$$2X_2 + X_1 \rightarrow \max$$

$$X_1 + 7X_2 \leq 31$$

$$9X_1 - 5X_2 \leq 22$$

$$X_1 + X_2 \leq 8$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

X_1, X_2 - целые

Задача 25.

Построить двойственную задачу и решить ее:

$$17X_1 - 5X_2 + X_3 + X_4 - 8X_5 \rightarrow \max$$

$$3X_1 - X_2 - X_3 + 4X_4 + 7X_5 \leq 11$$

$$X_1 - 5X_2 - 5X_3 + X_4 + 2X_5 \geq -8$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + 3X_4 - X_5 = 4$$

$$X_1 \geq 0 \quad X_4 \geq 0$$

Задача 26.

Построить двойственную задачу и решить ее любым методом:

$$4X_1 + X_2 + X_3 + 2X_4 + X_5 \rightarrow \max$$

$$4X_1 + X_2 - X_3 - X_4 + X_5 \geq 9$$

$$X_1 + X_2 - X_3 + X_4 - 6X_5 = 10$$

$$-X_1 - 3X_2 + 5X_3 \leq 1$$

$$X_j \geq 0, \quad j = \overline{1,4}$$

Задача 27.

Построить двойственную задачу и решить ее любым способом:

$$7X_1 + X_2 - 4X_3 \rightarrow \max$$

$$X_1 - X_2 + 2X_3 - X_4 \leq 6$$

$$2X_1 + X_2 - X_3 \leq -1$$

$$X_j \geq 0, \quad j = \overline{1,4}$$

Задача 28.

Решить транспортную задачу:

1) методом минимального элемента;

2) методом северо-западного угла;

3) симплекс-методом;

Вектор поставок - (10,10,20)

Вектор потребления - (10,8,2,20)

Матрица стоимости:

$$\begin{vmatrix} 8 & 1 & 3 & 3 \\ 2 & 7 & 2 & 6 \\ 4 & 6 & 5 & 8 \end{vmatrix}$$

Задача 29.

Решить транспортную задачу методом северо-западного угла, минимального элемента, симплекс-методом.

Вектор поставок - (40,60)

Вектор потребления - (50,20,30)

Матрица стоимости -

$$\begin{vmatrix} 10 & 15 & 25 \\ 20 & 30 & 30 \end{vmatrix}$$

Задача 30.

Используя метод исключения переменных и геометрических построений, найти решение задачи ЛП:

$$\begin{aligned} -X_1 + X_2 + X_3 + 3X_4 &\rightarrow \min \\ X_1 + 2X_2 - X_3 - 5X_4 + 2X_5 &= -5 \\ X_1 + X_2 + X_3 - 2X_4 + 5X_5 &= -2 \\ -2X_1 + X_2 + 3X_3 - 3X_4 &= 6 \\ (X_1, X_2, X_3) &\geq 0. \end{aligned}$$

Задача 31.

Используя метод исключения переменных и геометрические построения найти решение задачи ЛП:

$$\begin{aligned} X_1 + X_2 + 2X_3 - 9X_4 &\rightarrow \max \\ 2X_1 - X_2 + X_3 - 4X_4 &\leq 6 \\ X_1 + 2X_2 - X_3 + 7X_4 &= 5 \\ 5X_1 + X_2 - 3X_3 &= 11 \\ 3X_1 + 2X_2 + X_3 - 3X_4 &= 7 \\ X_j &\geq 0, \quad j = 1..4 \end{aligned}$$

Задача 34.

Найти минимум функции F методом Нелдера - Мида:

$$F = X_1^2 + (X_2 - 1)^2$$

Исходный симплекс:

$$X_1=(1,1); X_2=(1,0); X_3=(2,0)$$

Выполнить 3 итерации. Оценить погрешность.

Задача 35.

Найти методом Нелдера-Мида:

$$F = X_1^2 + (X_2 + 2)^2$$

Исходный симплекс:

$$X_1=(0,0); X_2=(0,1); X_3=(1,0)$$

Выполнить 3 итерации. Оценить погрешность.

Задача 36.

Решить методом ветвей и границ:

$$X_1 + 2X_2 \rightarrow \max$$

$$X_1 + 7X_2 \leq 31$$

$$9X_1 - 5X_2 \leq 22$$

$$X_1 + X_2 \leq 8$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

X_1, X_2 - целые.

Задача 37.

Решение нецелочисленной задачи:

$$X_1 = \frac{25}{6}; \quad X_2 = \frac{23}{6}$$

Привести дерево решения.

Задача 38.

Решить транспортную задачу методом потенциалов. Исходный опорный план - методом северо-западного угла. Построить план перевозок, вычислить стоимость перевозок.

Вектор поставок - (10,10,20);

Вектор потребления - (10,8,2,20);

Матрица стоимостей:

$$\begin{vmatrix} 8 & 1 & 3 & 3 \\ 2 & 7 & 2 & 6 \\ 4 & 6 & 5 & 8 \end{vmatrix}$$

Задача 39.

Решить транспортную задачу методом потенциалов.

Вектор поставок - (20,10,10);

Вектор потребления - (12,8,10,10);

Матрица стоимостей:

$$\begin{vmatrix} 8 & 1 & 3 & 3 \\ 2 & 7 & 2 & 6 \\ 4 & 6 & 5 & 8 \end{vmatrix}$$

Задача 40.

Решить транспортную задачу методом потенциалов.

Вектор поставок - (10,3,7);

Вектор потребления - (1,8,7,4);

Матрица стоимости:

$$\begin{vmatrix} 1 & 7 & 3 & 8 \\ 3 & 4 & 2 & 2 \\ 5 & 6 & 9 & 10 \end{vmatrix}$$

Задача 41.

Решить задачу размещения графа в линейку методом ветвей и границ.

Матрица смежности:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Элемент 3 зафиксирован на 5 позиции.

Задача 42.

Решить методом ветвей и границ задачу размещения графа в линейку.

Матрица смежности:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Элемент 3 зафиксирован на 5 позиции.

Задача 43.

Решить методом ветвей и границ:

$$2X_1 + X_2 \rightarrow \max$$

$$\frac{3}{4}X_1 + X_2 \leq 3$$

$$X_1 + \frac{2}{5}X_2 \leq 2$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

X_1, X_2 - целые.

Нецелочисленное решение:

$$X_1 = 1\frac{1}{7}; \quad X_2 = \frac{15}{7}$$

Задача 44.

Решить методом ветвей и границ:

$$3X_1 + X_2 \rightarrow \max$$

$$3X_1 + 4X_2 \leq 12$$

$$X_1 + \frac{1}{4}X_2 \leq 1$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

X_1, X_2 - целые.

Нецелочисленное решение

$$X_1 = \frac{4}{13} \quad X_2 = 2\frac{10}{13}$$

Задача 45.

Решить транспортную задачу методом потенциалов.

Вектор поставок - (20,10,10);

Вектор потребления - (8,8,10,14);

Матрица стоимости:

$$\begin{vmatrix} 2 & 7 & 2 & 6 \\ 4 & 6 & 5 & 8 \\ 8 & 1 & 3 & 3 \end{vmatrix}$$

Задача 46.

Построить двойственную задачу ЛП и решить ее любым способом:

$$7X_1 + X_3 - 4X_4 \rightarrow \max$$

$$X_1 - X_2 + 2X_3 - X_4 \leq 6$$

$$2X_1 + X_2 - X_3 \leq -1$$

$$X_j \geq 0, \quad j = \overline{1,4}$$

Задача 47.

Построить двойственную задачу и решить ее:

$$17X_1 - 5X_2 + X_3 + X_4 - 8X_5 \rightarrow \max$$

$$3X_1 - X_2 - X_3 + 4X_4 + 7X_5 \leq 11$$

$$X_1 - 5X_2 - 5X_3 + X_4 + 2X_5 \geq -8$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + 3X_4 - X_5 = 4$$

$$X_1 \geq 0 \quad X_4 \geq 0$$

Задача 48.

Решить задачу методом ветвей и границ.

$$7X_1 + 3X_2 \rightarrow \max$$

$$5X_1 + 2X_2 \leq 20$$

$$8X_1 + 4X_2 \leq 38$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

X_1, X_2 - целые.

Задача 49.

Составить двойственную задачу ЛП и решить ее:

$$2X_1 + 4X_2 - X_3 - X_4 \rightarrow \max$$

$$-2X_1 + 2X_2 - X_3 - X_4 \leq -2$$

$$X_1 - X_2 + X_3 \leq 1$$

$$3X_1 + X_2 + X_3 = 5$$

$$X_1 \geq 0; X_2 \geq 0; X_4 \geq 0.$$

Задача 49.

Найти минимум функции F методом Нелдера-Мида:

$$F = (X_1 - 2)^2 + (X_2 - 3)^2$$

Исходный симплекс:

$$X_1=(0,0); X_2=(2,2); X_3=(3,1)$$

Выполнить 3 итерации. Оценить погрешность.

Задача 50.

Найти минимум функции F методом Нелдера-Мида:

$$F = (X_1 - 2)^2 + (X_2 - 4)^2$$

Начальный симплекс:

$$X_1 = (1,3), \quad X_2 = (1\frac{1}{2}, 2\frac{1}{2}), \quad X_3 = (2,3)$$

Привести графическую интерпретацию

Задача 51.

Найти минимум функции F методом Нелдера-Мида:

$$F = (X_1 - 4)^2 + (X_2 - 2)^2$$

Начальный симплекс:

$$X_1 = (\frac{1}{5}, \frac{11}{5}); \quad X_2 = (\frac{2}{5}, \frac{9}{5}); \quad X_3 = (\frac{4}{5}, \frac{8}{5}).$$

Привести графическую интерпретацию.

Задача 52.

Построить двойственную задачу ЛП и решить ее любым методом.

$$3X_1 - 2X_2 - X_3 \rightarrow \max$$

$$3X_2 + X_3 \geq -2$$

$$X_1 + X_2 \leq 3$$

$$X_1 + 2X_2 + X_3 \leq -1$$

$$X_1 \geq 0 \quad X_2 \geq 0$$

Задача 53.

Решить задачу методом отсечения.

Найти $\max F(x) = X_1 + X_2$ при ограничениях:

$$\frac{3}{4}X_1 + X_2 \leq 3$$

$$\frac{1}{3}X_1 + \frac{1}{4}X_2 \leq 1$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

X_1, X_2 - целые.

Задача 54.

Решить задачу методом ветвей и границ.

Найти $\max(3X_1 + X_2)$ при ограничениях:

$$3X_1 + 4X_2 \leq 12$$

$$X_1 + \frac{1}{4}X_2 \leq 1$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

X_1, X_2 - целые.

Решение нецелочисленной задачи -

$$X_1 = \frac{4}{13}, \quad X_2 = 2\frac{10}{13}.$$

Задача 55.

Решить задачу методом отсечения.

Найти $\max F(x) = X_1 + 2X_2$ при ограничениях:

$$X_1 + 3X_2 \leq 6$$

$$3X_1 + 4X_2 \leq 12$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

X_1, X_2 - целые.

Задача 56.

Решить задачу о назначениях венгерским методом.
Найти максимальную и минимальную эффективность.
Матрица эффективности:

8	5	6	7	3
3	5	2	4	7
8	2	8	8	4
4	6	2	5	4
6	4	7	5	8

Темы самостоятельной работы студентов.

1. Критерии оценки оптимальности.
2. Исследование условий оптимальности.
3. Методы решения задач оптимизации без ограничений.
4. Методы решения задач оптимизации при наличии ограничений.
5. Методы решения задач оптимизации при наличии ограничений в виде неравенств.
6. Методы решения задач оптимизации при наличии ограничений в виде равенств.
7. Методы решения задач многокритериальной оптимизации.
8. Исследование и анализ эффективности различных методов последовательного поиска.
9. Исследование и анализ различных стратегий декомпозиции множества решений.
10. Исследование и анализ различных деревьев поиска.
11. Виды деревьев решений, используемых в задачах оптимизации.
12. Исследование и анализ достоинств и недостатков метода ветвей и границ.
13. Исследование и анализ методов решения задач нелинейного программирования.
14. Исследование и анализ методов решения задач сепарабельного программирования.
15. Исследование и анализ градиентных методов решения задач оптимизации.

Примеры тестовых вопросов:

1. Нахождение наименьшего значения функции $f(x)$ на множестве $D(f)$ и точек, в которых это значение достигается называется:
а) минимизация; б) максимизация; в) одномерная минимизация; г) многокритериальная оптимизация.
2. Методы минимизации функции одного переменного, в которых используют значения функции в точках рассматриваемого промежутка и не используют значения ее производных, называют:
а) методами оптимизации; б) методами минимизации; в) методами прямого поиска; г) методами пассивного поиска; д) методами последовательного поиска.
3. Методы поиска, в которых все точки, в которых будут вычислены значения функции, выбирают последовательно, причем для выбора последующей точки используют значения функции, вычисленные в предыдущих точках, называют:
а) методами оптимизации; б) методами минимизации; в) методами прямого поиска; г) методами пассивного поиска; д) методами последовательного поиска.

4. Методы поиска, в которых все точки, в которых будут вычислены значения функции, выбирают заранее, называют:

а) методами оптимизации; б) методами минимизации; в) методами прямого поиска; г) методами пассивного поиска; д) методами последовательного поиска.

5. Интервал или отрезок, в котором гарантированно находится точка, соответствующая значению оптимальному значению функции f , называется:

а) рабочим интервалом; б) интервалом неопределенности; в) интервалом допустимых значений; г) областью допустимых значений; д) областью задания функции.

6. Если минимизируемая функция $f(x)$ не является унимодальной на отрезке $[a, b]$, такую функцию называют ... на этом отрезке:

а) мультимодальной; б) мономодальной; в) модальной; г) многомодальной; д) непрерывной.

7. К методам последовательного поиска относятся:

а) метод дихотомии; б) метод исключения отрезка; в) метод «золотого сечения»; г) метод Фибоначчи; д) метод Гаусса.

8. К методам поиска возможных вариантов на дереве решений можно отнести:

а) метод «поиска в ширину»; б) метод «поиска в глубину»; в) метод «поиска в высоту»; г) метод ветвей и границ; д) метод исключения вершин.

9. Оценочная функция в виде суммы длин ребер, уже включенных в формируемый маршрут, называется:

а) нижняя граница; б) критерий оценки; в) целевая функция; г) верхняя граница; д) ограничение задачи.

10. Точка функции $f(X)$ определяющая либо ее максимальное, либо минимальное значение, называется:

а) седловая точка; б) точка перегиба; в) экстремальная точка; г) точка разрыва; д) точка бифуркации.

11. Точка, в которой градиент функции равен нулю, но не являющаяся в то же время точкой экстремума называется:

а) точкой максимума; б) точкой перегиба; в) точкой минимума; г) седловой точкой; д) точка бифуркации.

12. К стационарным точкам функции относятся:

а) седловая точка; б) точка перегиба; в) экстремальная точка; г) точка разрыва; д) точка бифуркации.

В рамках практических занятий производится контроль на основе заданий, развивающих навыки применения изученных методов оптимизации. Примеры практических заданий:

1) Найти точку экстремума функции методами дихотомии и золотого сечения. Сравнить результаты.

2) Найти точку экстремума функции методами дихотомии и Фибоначчи. Сравнить результаты.

3) Найти точку экстремума квадратичной функции градиентными методами. Сравнить результаты.

ОС №3: Комплект заданий для итоговой контрольной работы по дисциплине

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

1. Найти точку экстремума функции методами дихотомии, золотого сечения и, Фибоначчи. Сравнить результаты. $f(x) = x^2 + 2x - 6 \rightarrow \max$; $L_0 = [-4, 4]$; $l_0 = 0.8$; $l_0 > \varepsilon \geq l_0/2$
2. Найти экстремум целевой функции $f(x)$ методом неопределенных множителей Лагранжа, составить двойственную задачу:

$$f(x) = x_1^2 + x_2^2 + 4x_1x_2 \rightarrow \max ; \quad x_1 + x_2^2 = 5 , \quad x_1 \geq 0$$

3. Найти экстремум целевой функции, используя методы релаксации, пропорционального градиентного поиска и наискорейшего подъема (спуска), начиная с точки X^0 . Указать условие остановки, сравнить скорость сходимости и расстояние до истинного экстремума. Построить траекторию поиска. $f(X) = 3x_1^3 - x_1 - x_2^3 - 3x_2^2 - 1 \quad | \max |$; $X^0 = (0, 0)$

ОС №4: Экзамен

Вопросы к экзамену по дисциплине

Общая постановка однокритериальной задачи оптимизации. Понятия локально-оптимального и глобально-оптимального решений.

Обобщение понятий оптимальности на многокритериальные задачи оптимизации. Решения оптимальные по Парето и Слейтеру (эффективные и полуэффективные решения). Методы линейной свертки и свертки Гермейера, их основные свойства.

Задачи с фиксированным временем начала и окончания процесса.

Постановка. Определение функции Беллмана при решении от конца и от начала. Метод рекуррентных уравнений Беллмана (вывод, включая лемму о расщеплении инфинума, и порядок применения). Принцип Беллмана как необходимое и как достаточное условие. Связь принципа Беллмана с уравнениями Беллмана. Обратные рекуррентные соотношения Беллмана.

Задачи с нефиксированной длительностью процесса.

Постановка задачи, отличия от постановки с фиксированным временем окончания. Обобщение уравнений Беллмана на задачи с нефиксированной длительностью процесса

Задачи на графах с векторными весами ребер. Отыскание оптимальных по Парето и Слейтеру решений методом свертки.

Выпуклые множества, выпуклые функции (выпуклость и строгая выпуклость). Проекция точки на множество, две леммы о свойствах проекции. Отделимость точки и множества, строгая и сильная отделимость, геометрический смысл понятия отделимости, две теоремы об отделимости. Свойства выпуклых функций (с доказательствами, кроме свойства непрерывности во внутренних точках), включая два критерия выпуклости. Задача выпуклого математического программирования и ее свойства. Возможность отсечений подмножеств, не содержащих глобального минимума, по измерениям градиента в гладких выпуклых задачах (следствие критерия выпуклости дифференцируемых функций).

Градиент и производная по направлению, ее вычисление в случае дифференцируемости функции, свойства градиента. Условие оптимальности первого порядка при отсутствии ограничений: теорема Ферма.

Задачи с ограничениями, функция Лагранжа. Определение понятия регулярности допустимого множества в точке и в целом.

Задачи с ограничениями-равенствами, теорема Лагранжа (метод множителей Лагранжа). Достаточное условие регулярности допустимого множества в точке для ограничений-равенств. Геометрическая интерпретация условий оптимальности из теоремы Лагранжа.

Запись условий минимума в задачах математического программирования с ограничениями смешанного типа. Теорема Каруша-Куна-Таккера в недифференциальной форме для выпуклой задачи, записанная через принцип минимума. Теорема Каруша-Куна-Таккера в недифференциальной форме для выпуклой регулярной задачи, записанная через седловую точку функции Лагранжа. Достаточное условие Слейтера регулярности допустимого множества. Теорема о необходимых и достаточных условиях минимума в дифференциальной форме для класса выпуклых регулярных задач. Геометрическая интерпретация условий оптимальности, записанных в градиентной форме для выпуклого регулярного случая. Геометрическая интерпретация ситуации $\lambda_i < 0$ при разложении антиградиента целевой функции в выпуклой задаче при неверной гипотезе о наборе активных неравенств.

Теорема Каруша-Куна-Таккера в дифференциальной форме для невыпуклых задач и связанные с ее доказательством вспомогательные леммы (лемма о пустоте пересечения конических аппроксимаций; лемма о глобальной оптимальности нулевой точки в линеаризованной задаче для случая непустоты конической аппроксимации допустимого множества). Достаточное условие регулярности допустимого множества в точке в форме линейной независимости градиентов. Геометрические примеры недостаточности условий оптимальности первого порядка для существования локального минимума в невыпуклом случае.

Теорема о достаточных условиях второго порядка для строгого локального минимума в задачах с ограничениями (без доказательства).

Понятие метода поисковой оптимизации. Априорная и поисковая информация. Пассивные и последовательные алгоритмы. Принцип наилучшего гарантированного результата, оптимальные и ε -оптимальные алгоритмы. Принцип последовательной одношаговой оптимальности. Класс унимодальных функций, правило сокращения интервала. Построение оптимальных (ε -оптимальных) пассивных N -шаговых алгоритмов. Вывод ε -оптимального последовательного N -шагового алгоритма (метод Фибоначчи). Неоптимальные алгоритмы: методы золотого сечения, два варианта метода дихотомии. Связь метода Фибоначчи с методом золотого сечения.

Нижняя оценка дифференцируемой выпуклой функции с использованием результатов k испытаний первого порядка, метод поиска минимума выпуклой дифференцируемой функции на выпуклом ограниченном многограннике, приведение к последовательности задач линейного программирования.

Задачи поиска локального экстремума без ограничений для функций общего вида. Общая структура итерационных методов локального поиска. Понятие порядка метода. Линейная, сверхлинейная и квадратичная скорости сходимости (определения). Критерии выбора значения шагового множителя. Правило одномерной минимизации, правило Армихо, правило Вулфа; алгоритмическая реализация правил одномерной минимизации и правила Армихо.

Классические методы локального поиска и их свойства: простые градиентные методы, включая метод наискорейшего градиентного поиска; метод Ньютона. Вывод итерационной формулы метода Ньютона. Теоремы сходимости для этих методов, оценки

скорости сходимости, дополнительные свойства метода Ньютона и метода наискорейшего градиентного поиска. Понятие метода прямого поиска, метод Хука-Дживса – демонстрация работы алгоритма.

Эффективные локальные методы первого и второго порядков. Метод Ньютона с регулировкой шага по правилу Армихо, задача модификации матрицы Гессе на положительную определенность. Модифицированное разложение Холесского (упрощенный вариант без учета эффектов вычислительной неустойчивости). Сопряженные направления и их свойства, понятие метода сопряженных направлений для квадратичных функций с положительно определенными симметричными матрицами, свойства этих методов. Метод сопряженных градиентов Флетчера–Ривса для квадратичных и неквадратичных функций (алгоритм; в квадратичном случае уметь вывести формулу для корректирующего множителя). Квазиньютоновские методы: квазиньютоновское условие, формула Давидона–Флетчера–Пауэлла, общее описание структуры квазиньютоновских методов.

Решение задач с ограничениями. Метод внешних штрафных функций, функция степенного штрафа, влияние показателя степени на гладкость штрафа. Теорема сходимости. Геометрическое объяснение причин необходимости неограниченного возрастания коэффициента штрафа при гладком штрафе. Свойства метода штрафов: плохая обусловленность вспомогательных задач, характер приближения к решению. Теорема об оценке погрешности решения в зависимости от коэффициента штрафа и показателя степени (без доказательства). Способ останова в методе штрафа.

Метод модифицированных функций Лагранжа. Описание класса задач с равенствами, модифицированная функция Лагранжа, лемма об условиях рождения локальной седловой точки, построение метода для этого класса, вывод и интерпретация правила коррекции множителей Лагранжа. Описание метода, способ остановки. Теорема сходимости с оценками скорости сходимости (без доказательства).

Обобщение метода на гладкие задачи с равенствами и неравенствами. Сведение задач смешанного типа к задачам с равенствами. Определение оптимального значения вспомогательной переменной. Преобразование функции Лагранжа. Вывод итерационных формул метода. Условия применимости, теорема сходимости и оценки скорости сходимости (без доказательства).

Задачи многоэкстремальной оптимизации. Липшицевы функции и их свойства: верхние и нижние оценки функции по проведенным измерениям, оценки глобального минимума по значению функции и по координатам. Метод Пиявского поиска глобального минимума на компакте в R^N , теорема об определении решения с заданной точностью. Оценивание константы Липшица по результатам выполненных измерений функции, метод с оценкой константы. Одномерный вариант метода Пиявского – метод ломаных, запись через характеристику интервала, алгоритм метода. Метод ломаных и информационно-статистический алгоритм глобального поиска – сопоставление правил.

Многомерные многоэкстремальные задачи. Проблемы построения многомерных алгоритмов глобального поиска.

Оценка отлично выставляется, если обучающийся показывает полное знание программного материала; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы; выполнил все задания и задачи полностью без ошибок и недочетов; строго соблюдает требования при оформлении работы; подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой.

Оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся показывает полное знание программного материала; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций;

выполнил все задания и задачи полностью, но при наличии в их решении не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов; строго соблюдает требования при оформлении работы; демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций; выполнил не менее 2/3 всех предложенных заданий и задач или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех-пяти недочетов; допускает незначительные ошибки при оформлении работы; подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине; если число ошибок и недочетов в работе превысило норму для оценки 3 или обучающийся выполнил правильно менее 2/3 всех заданий и задач; допускает грубые ошибки при оформлении работы; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Оценивание знаний проводится согласно Бально-рейтинговой системы, внедренной в СВФУ. Процедура оценивания знаний, умений, навыков проводится с помощью оценивающих средств, представленных в системе Moodle. Результаты отражаются по окончании теста. Согласно графика проводятся контрольные мероприятия по определению сформированности компетенций. Контрольная работа проводится на 45 минут или 90 минут.

В 7 семестре промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. На экзамене необходимо набрать до 30 баллов, остальные балла набираются в течении семестра. Экзамен проводится в виде устного опроса по билетам.

Результатом проверки компетенций на разных этапах формирования, полученных студентом в ходе освоения данной дисциплины, является оценка, выставляемая в соответствии со следующими критериями:

1. Критерии оценивания качества устного ответа

Оценка «5» (отлично) выставляется согласно БРС, если обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала, знание основной и дополнительной литературы; последовательно и четко отвечает на вопросы билета и дополнительные вопросы; уверенно ориентируется в проблемных ситуациях; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала; подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой.

Оценка «4» (хорошо) выставляется согласно БРС, если обучающийся показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы; дает полные ответы на теоретические вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

Оценка «3» (удовлетворительно) выставляется согласно БРС, если обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере

демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне.

Оценка «2» (неудовлетворительно) согласно БРС выставляется, если обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по разделу; не способен аргументированно и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые преподавателем вопросы или затрудняется с ответом; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

2. Критерии оценивания качества выполнения разноуровневых задач и заданий

Оценка «отлично» выставляется, если обучающийся показывает полное знание программного материала; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы; выполнил все задания и задачи полностью без ошибок и недочетов; подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой.

Оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся показывает полное знание программного материала; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; выполнил все задания и задачи полностью, но при наличии в их решении не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов; демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций; выполнил не менее 2/3 всех предложенных заданий и задач или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех-пяти недочетов; подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине; если число ошибок и недочетов в работе превысило норму для оценки 3 или обучающийся выполнил правильно менее 2/3 всех заданий и задач; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

3. Критерии оценивания качества выполнения контрольной работы

Оценка «отлично» выставляется, если обучающийся показывает полное знание программного материала; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы; выполнил все задания и задачи полностью без ошибок и недочетов; строго соблюдает требования при оформлении работы; подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой.

Оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся показывает полное знание программного материала; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; выполнил все задания и задачи полностью, но при наличии в их решении не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов; строго соблюдает требования при оформлении работы; демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические

знания для анализа практических ситуаций; выполнил не менее 2/3 всех предложенных заданий и задач или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех-пяти недочетов; допускает незначительные ошибки при оформлении работы; подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине; если число ошибок и недочетов в работе превысило норму для оценки 3 или обучающийся выполнил правильно менее 2/3 всех заданий и задач; допускает грубые ошибки при оформлении работы; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

4. Критерии оценивания тестирования При тестировании все верные ответы берутся за 100%. Оценка выставляется в соответствии с таблицей:

Процент выполнения заданий	Оценка
85%-100%	отлично
65%-85%	хорошо
55%-65%	удовлетворительно
менее 55%	неудовлетворительно

Промежуточная аттестация проходит в виде двух контрольных недель и рубежного среза согласно Положения о балльно-рейтинговой системе.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	МПТИ СВФУ, кафедра, библиотека и кол-во экземпляров	Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ)
Основная литература				
1	Ширяев В.И. Исследование операций и численные методы оптимизации учебное пособие М.: КомКнига 2007	УМО	18	-
Дополнительная литература				
1	Розова В.Н. Методы оптимизации учебное пособие М.: РУДН 2010		18	http://www.iprbookshop.ru/11536.html

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru
2. ЭБС IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для осуществления образовательного процесса по данной дисциплине необходимо иметь кабинет с проектором и экраном для наглядной демонстрации материала по лекции и практическим занятиям.

Учебно-научная лаборатория компьютерных технологий. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, выполнения курсовых работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд. 210) 678170, Республика Саха (Якутия), г. Мирный, ул. Тихонова, д. 5, корп.2

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:

Учебно-лабораторное оборудование «Глобальные, локальные и беспроводные сети» (1 шт.); Терминал Tandberg Quick Set C20 includes (1 шт.); Компьютер в комплекте (компьютер+монитор+клавиатура+мышь ЖК HP) для мультимедийного компьютерного класса (15 шт.); Компьютер в комплекте (компьютер HP Elite+монитор ЖК серебристый и черная клавиатура+мышь) для мультимедийного компьютерного класса (1шт.); Коммутатор HP ProCurve 2520-24-PoE для мультимедийного компьютерного класса (3 шт.); МФУ (принтер, сканер, копир) HP LaserJet Pro M425dw, формат А4, лазерный для мультимедийного компьютерного класса (1 шт.); Планшет WACOM Bamboo Fun Pen&Touch (1 шт.); Монитор ЖК HP 2011x, 20” цвет – черный для мультимедийного компьютерного класса (1 шт.); Комплект SMART Board SB660i5 интерактивная доска SB660 с проектором для мультимедийного компьютерного класса (1 шт.); Источник бесперебойного питания POWERCOM Smart King Pro SKR-1500A для мультимедийного компьютерного класса (2 шт.); Планшетный компьютер SAMSUNG для мультимедийного компьютерного класса (1 шт.); Сервер HP Micro G7 N40L NHP SBS Ess EU Svr для мультимедийного компьютерного класса (2 шт.); Ноутбук ASUS (1 шт.); Сервер HP ML350e Gen8 E5-2420 6LFF Perf EU Svr для мультимедийного компьютерного класса (1 шт.); Матричный HDMI/DVI коммутатор (1 шт.); Типовой комплект учебного оборудования «Интерфейсы периферийных устройств» IPU (1 шт.); Типовой комплект учебного оборудования «Персональный компьютер» ПК-02 (1 шт.); Типовой комплект учебного оборудования «Монтаж и эксплуатация структурированных кабельных систем» SKS (1 шт.); Дозиметр персональный электронный DMC3000 (2 шт.); Коммутационное и сетевое оборудование: коннектор, переходники, патч-корды, соедин.заж. (1 шт.); Стол компьютерный БЮРОКРАТ GD-010 закаленное стекло, черный (15 шт.); Кресло руководителя БЮРОКРАТ T-898AXSN, на колесиках, ткань, черный (1 шт.); Стол компьютерный БЮРОКРАТ GD-005 закаленное стекло, черный (1 шт.); Стол компьютерный БЮРОКРАТ SIGMA-5 закаленное стекло, черный для мультимедийного компьютерного класса (1 шт.); Кресло руководителя Орион (1 шт.).

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного учебного пособия);
- использование специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем;
- Организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

10.2. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение:

Предоставление телематических услуг доступа к сети интернет (договор №3101/2020 от 01.02.2020 г. на оказание услуг по предоставлению телематических услуг доступа к сети Интернет с «Мирнинские кабельные сети (МКС)» лице ИП Клещенко Василия Александровича. Срок действия документа: 1 год);

Пакет локальных офисных программ для работы с документами (лицензия №62235736 от 06.08.2013 г. АО «СофтЛайн Интернет Трейд» на право использование программ для ЭВМ: Microsoft (Windows, Office). Срок действия документа: бессрочно)

Свободный доступ:

-Бесплатный и открытый пакет Open Office лицензии Apache License 2.0 .

- Бесплатный и открытый пакет LibreOffice общественной лицензией MPL 2.0

-Maxima Стандартная общественная лицензия GNU версии 2.0 (GPLv2) ссылка: <http://maxima.sourceforge.net/ru/>

-Scilab 6.1.0 Программное обеспечение с открытым исходным кодом для численных вычислений доступен по лицензии GPL.ссылка: <https://www.scilab.org/>

10.3. Перечень информационных справочных систем

Консультант+, Гарант.

