

**ГАОУ ВО «ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»**

*Утверждены решением
Ученого совета,
протокол № 13
от 06 июля 2020 г.*

**КАФЕДРА «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
И СИСТЕМ»**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ – 09.03.03 «ПРИКЛАДНАЯ ИН-
ФОРМАТИКА»,
ПРОФИЛЬ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЭКОНО-
МИКЕ»**

УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ- БАКАЛАВРИАТ

Махачкала – 2020

УДК: 519.876.5

ББК : 22.18

А 50

Составители – Асланова Гюлага Нурвелиевна, старший преподаватель кафедры «Прикладная математика и информационные технологии» ДГУНХ; Магомедов Курбан Ахмедович, профессор кафедры «Прикладная математика и информационные технологии» ДГУНХ.

Внутренний рецензент: Якубов Амучи Загирович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Прикладная математика и информационные технологии» ДГУНХ.

Внешний рецензент: Ибрагимов Мурад Гаджиевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей алгебры и геометрии Дагестанского государственного университета

Представитель работодателя: Сайидахмедов Сайидахмед Сергеевич, генеральный директор компании «Текама»

Оценочные материалы дисциплины «Моделирование экономических процессов и систем» разработаны в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г., № 922, в соответствии с приказом от 5 апреля 2017 г., № 301 Министерства образования и науки РФ.

Оценочные материалы дисциплины «Моделирование экономических процессов и систем» размещены на официальном сайте www.dgunh.ru

Асланова Г.Н., Магомедов К.А. Оценочные материалы дисциплины «Моделирование экономических процессов и систем» для направления подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика», профиль «Информационные системы в экономике». – Махачкала: ДГУНХ, 2020 - 56 с.

Рекомендованы к утверждению Учебно-методическим советом ДГУНХ 03 июля 2020 г.

Рекомендованы к утверждению руководителем основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, профиль «Информационные системы в экономике», к.э.н., доцентом Раджабовым К.Я.

Одобрена на заседании кафедры «Прикладная математика и информационные технологии» 30 июня 2020 г., протокол № 10.

СОДЕРЖАНИЕ

Назначение оценочных материалов	4
РАЗДЕЛ 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины.....	5
1.1. Перечень формируемых компетенций	5
1.2. Перечень компетенций с указанием видов оценочных средств	5
РАЗДЕЛ 2. Задания, необходимые для оценки планируемых результатов обучения по дисциплине.....	14
РАЗДЕЛ 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	49
РАЗДЕЛ 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующие этапы формирования компетенций.....	52
Лист актуализации оценочных материалов по дисциплине «Моделирование экономических процессов и систем»	56

Назначение оценочных материалов

Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости (оценивания хода освоения дисциплины) для проведения промежуточной аттестации (оценивания промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине) обучающихся по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации» на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям образовательной программы высшего образования 09.03.03 Прикладная информатика, профиль «Информационные системы в экономике».

Оценочные материалы по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации» включают в себя: перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОП ВО; описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания; типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП; методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Оценочные материалы сформированы на основе ключевых принципов оценивания:

- валидности: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- надежности: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- объективности: разные студенты должны иметь равные возможности добиться успеха.

Основными параметрами и свойствами оценочных материалов являются:

- предметная направленность (соответствие предмету изучения конкретной учебной дисциплины);
- содержание (состав и взаимосвязь структурных единиц, образующих содержание теоретической и практической составляющих учебной дисциплины);
- объем (количественный состав оценочных материалов);
- качество оценочных материалов в целом, обеспечивающее получение объективных и достоверных результатов при проведении контроля с различными целями.

РАЗДЕЛ 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

1.1. Перечень формируемых компетенций

код компетенции	формулировка компетенции
ОПК	ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общетеchnические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК-6	Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования

1.2. Перечень компетенций с указанием видов оценочных средств

<i>Формируемые компетенции</i>	<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенции</i>	<i>Уровни освоения компетенций</i>	<i>Критерии оценивания сформированности компетенций</i>	<i>Виды оценочных средств</i>
ОПК - 1 Способен применять естественнонаучные и общетеchnические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК -1.4. Владеет методами математического моделирования операций, методами решения основных типов задач исследования операций для решения стандартных задач в	Знать: методы применения математического анализа, математического моделирования, естественнонаучных и общетеchnических знаний в профессиональной деятельности	Пороговый уровень	Обучающийся частично знает методы применения математического анализа, математического моделирования, естественнонаучных и общетеchnических знаний в профессиональной деятельности.	Блок А –задания репродуктивного уровня – вопросы для обсуждения
			Базовый уровень	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает методы применения математического анализа,	

экспериментального исследования в профессиональной деятельности	профессиональной деятельности			математического моделирования, естественнонаучных и общеинженерных знаний в профессиональной деятельности.	
			Продвинутый уровень	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает методы применения математического анализа, математического моделирования, естественнонаучных и общеинженерных знаний в профессиональной деятельности.	
		Уметь: решать основные типы стандартных задач профессиональной деятельности на основе математических, естественнонаучных и общеинженерных знаний.	Пороговый уровень	Обучающийся частично умеет решать основные типы стандартных задач профессиональной деятельности на основе математических, естественнонаучных и общеинженерных знаний.	Блок В – задания реконструктивного уровня – вопросы к письменной контрольной работе
Базовый уровень	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами умеет решать основные типы стандартных задач профессиональной деятельности на основе математических, естественнонаучных и общеинженерных знаний.				
Продвинутый уровень	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности умеет решать основные типы стандартных задач профессиональной деятельности на основе математических,				

				естественнонаучных и общеинженерных знаний.	
		Владеть: способами применения математиче- ских, есте- ственнонауч- ных и об- щеинженер- ных знаний и методами ма- тематиче- ского модели- рования опе- раций, мето- дами решения основных ти- пов задач ис- следования операций для решения стан- дартных задач в профессио- нальной дея- тельности	Пороговый уровень	Обучающийся частично владеет способами применения математических, естественнонаучных и общеинженерных знаний и методами математического моделирования операций, методами решения основных типов задач исследования операций для решения стандартных задач в профессиональной деятельности	Блок С – задания практико- ориентированного уровня – лабораторные работы
	Базовый уровень		Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами владеет способами применения математических, естественнонаучных и общеинженерных знаний и методами математического моделирования операций, методами решения основных типов задач исследования операций для решения стандартных задач в профессиональной деятельности		
	Продвину- тый уровень		Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности владеет способами применения математических, естественнонаучных и общеинженерных знаний и методами математического моделирования операций, методами решения основных типов задач исследования операций		

				для решения стандартных задач в профессиональной деятельности	
ОПК - 1.5. Использует метод замены при исследовании изучаемого предмета или явления специальной моделью, воспроизводящей существенные характеристики оригинала, с использованием современного программного и информационное обеспечение процессов моделирования	Знать: способы использования метода замены изучаемого предмета или явления специальной моделью, воспроизводящей его свойства и характеристики.	Пороговый уровень	Обучающийся частично знает способы использования метода замены изучаемого предмета или явления специальной моделью, воспроизводящей его свойства и характеристики.	Блок А – задания репродуктивного уровня – вопросы для обсуждения	
		Базовый уровень	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает способы использования метода замены изучаемого предмета или явления специальной моделью, воспроизводящей его свойства и характеристики.		
		Продвинутый уровень	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает способы использования метода замены изучаемого предмета или явления специальной моделью, воспроизводящей его свойства и характеристики.		
	Уметь: заменять изучаемый предмет или явление специальной моделью, воспроизводящей существенные характеристики оригинала, с использованием современного	Пороговый уровень	Обучающийся частично умеет заменять изучаемый предмет или явление специальной моделью, воспроизводящей существенные характеристики оригинала, с использованием современного программного и информационное	Блок В – задания реконструктивного уровня – вопросы к письменной контрольной работе	

		программного и информационное обеспечение процессов моделирования.		обеспечение процессов моделирования.	
			Базовый уровень	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами умеет заменять изучаемый предмет или явление специальной моделью, воспроизводящей существенные характеристики оригинала, с использованием современного программного и информационное обеспечение процессов моделирования.	
			Продвину- тый уровень	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности умеет заменять изучаемый предмет или явление специальной моделью, воспроизводящей существенные характеристики оригинала, с использованием современного программного и информационное обеспечение процессов моделирования.	
		Владеть: методикой замены изучаемого предмета или явления специальной моделью, воспроизводящей существенные характеристики ориги-	Пороговый уровень	Обучающийся частично владеет методикой замены изучаемого предмета или явления специальной моделью, воспроизводящей существенные характеристики оригинала, с использованием современного программного и информационное	Блок С – задания практико-ориентированного уровня – лабораторные работы

		нала, с использованием современного программного и информационное обеспечение процессов моделирования		обеспечение процессов моделирования	
			Базовый уровень	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами владеет методикой замены изучаемого предмета или явления специальной моделью, воспроизводящей существенные характеристики оригинала, с использованием современного программного и информационное обеспечение процессов моделирования	
			Продвинутый уровень	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности владеет методикой замены изучаемого предмета или явления специальной моделью, воспроизводящей существенные характеристики оригинала, с использованием современного программного и информационное обеспечение процессов моделирования	
ОПК -6. Способен анализировать и разрабатывать организационно-	ОПК-6.1. Применяет знания математического моделирования, использует при	Знать: приемы применения методов математического моделирования и использования	Пороговый уровень	Обучающийся частично знает приемы применения методов математического моделирования и использования их при решении экономических и оптимизационных задач	Блок А –задания репродуктивного уровня – вопросы для обсуждения

<p>технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;</p>	<p>расчете экономических и оптимизационных задач</p>	<p>ния их при решении экономических и оптимизационных задач</p>	<p>Базовый уровень</p>	<p>Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает приемы применения методов математического моделирования и использования их при решении экономических и оптимизационных задач</p>	<p>Блок В – задания реконструктивного уровня – вопросы к письменной контрольной работе</p>
			<p>Продвинутый уровень</p>	<p>Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает приемы применения методов математического моделирования и использования их при решении экономических и оптимизационных задач</p>	
			<p>Пороговый уровень</p>	<p>Обучающийся частично умеет применять методы математического моделирования и использовать их при решении экономических и оптимизационных задач.</p>	
			<p>Базовый уровень</p>	<p>Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами умеет применять методы математического моделирования и использовать их при решении экономических и оптимизационных задач.</p>	
		<p>Уметь: применять методы математического моделирования и использовать их при решении экономических и оптимизационных задач</p>	<p>Продвинутый уровень</p>	<p>Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности умеет применять методы математического моделирования и использовать их при решении экономических и оптимизационных задач.</p>	

		Владеть: способами применения методов математического моделирования и использования их при решении экономических и оптимизационных задач.	Пороговый уровень	Обучающийся частично владеет способами применения методов математического моделирования и использования их при решении экономических и оптимизационных задач.	Блок С – задания практико-ориентированного уровня – лабораторные работы
	Базовый уровень		Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами владеет способами применения методов математического моделирования и		
	Продвинутый уровень		Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности владеет способами применения методов математического моделирования и использования их при решении экономических и оптимизационных задач.		
ОПК-6.3. Обоснованно выбирает методы моделирования систем, проводит системный анализ предметной области	Знать: методики выбора методов моделирования систем и осуществления системного анализа предметной области.	Пороговый уровень	Обучающийся частично знает методики выбора методов моделирования систем и осуществления системного анализа предметной области.	Блок А – задания репродуктивного уровня – вопросы для обсуждения	
		Базовый уровень	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает методики выбора методов моделирования систем и осуществления системного анализа предметной области.		
		Продвинутый уровень	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает методики выбора методов моделирования систем и осуществления		

				системного анализа предметной области.	
	<p>Уметь: выбирать оптимальные методы моделирования систем и осуществления системного анализа предметной области.</p>	Пороговый уровень	Обучающийся частично умеет выбирать оптимальные методы моделирования систем и осуществления системного анализа предметной области.	<p>Блок В – задания реконструктивного уровня</p> <p>– вопросы к письменной контрольной работе</p>	
		Базовый уровень	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами умеет выбирать оптимальные методы моделирования систем и осуществления системного анализа предметной области.		
		Продвину- тый уровень	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности умеет выбирать оптимальные методы моделирования систем и осуществления системного анализа предметной области.		
	<p>Владеть: способами выбора методов моделирования систем и проведения осуществления системного анализа предметной области.</p>	Пороговый уровень	Обучающийся частично владеет способами выбора методов моделирования систем и проведения осуществления системного анализа предметной области.	<p>Блок С – задания практико-ориентированного уровня</p> <p>– лабораторные работы</p>	
		Базовый уровень	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами владеет способами выбора методов моделирования систем и проведения осуществления системного анализа предметной области.		

			Продвину- тый уровень	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности владеет способами выбора методов моделирования систем и проведения осуществления системного анализа предметной области.	
--	--	--	--------------------------	--	--

РАЗДЕЛ 2. Задания, необходимые для оценки планируемых результатов обу- чения по дисциплине

Для проверки сформированности компетенции ОПК-1: способность применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

ОПК -1.4. Владеет методами математического моделирования операций, методами решения основных типов задач исследования операций для решения стандартных задач в профессиональной деятельности

ОПК - 1.5. Использует метод замены при исследовании изучаемого предмета или явления специальной моделью, воспроизводящей существенные характеристики оригинала, с использованием современного программного и информационное обеспечения процессов моделирования

А.1 Вопросы для обсуждения

- Принципы системного подхода к принятию решений в экономике.
- Определение операции.
- Понятие эффективности операции.
- Критерий эффективности операции.
- Классы моделей исследования операций.

Блок В. Задания реконструктивного уровня («уметь»)

В1. – вопросы к письменной контрольной работе

1. Системный подход к проблеме принятия решений.
2. Системный анализ и математическое моделирование. Решение проблемы как система.

3. Формализация проблем управления в экономике.
4. Оптимизация и принятие решений.
5. Задача исследования операций.

Блок С. Задания практикоориентированного уровня для диагностирования сформированности компетенций («владеть»)*

С1. Лабораторная работа.

«Решение транспортной задачи с использованием табличного процессора Excel».

Необходимо:

- 1). Используя словесное описание задачи, изложенной ниже составить математическую модель транспортной задачи линейного программирования: записать целевую функцию и систему уравнений, порождаемую системой ограничений.
- 2). Ввести исходные данные в шаблон Excel в файле «Шаблон транспортной задачи».
- 3). Открыть команду «Поиск решения», проверить номера ячеек целевой функции, искомых переменных и ограничений. В случае необходимости внести изменения. Получить решение задачи.

Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- задание;
- описание математической модели задачи;
- результаты решения задачи.

1. В пунктах *A* и *B* находятся соответственно 110 и 190 т горючего. Пунктам 1, 2, 3 требуются соответственно 70, 90, 140 т горючего. Стоимость перевозки 1 т горючего из пункта *A* в пункты 1, 2, 3 равна 200, 300, 400 руб. за 1 т соответственно, а из пункта *B* в пункты 1, 2, 3 — 600, 200, 500 тыс. руб. за 1 т соответственно.

Составьте план перевозок горючего, минимизирующий общую сумму транспортных расходов.

<i>Заводы</i>	<i>Потребители</i>			
	1	2	3	4
I	2	4	5	1
II	2	3	9	4
III	3	4	2	5

2. Три завода выпускают станки, которые отправляются четырем потребителям. Первый завод поставляет 60 станков, второй — 70 станков, третий — 20 станков. Станки следует поставить потребителям следующим образом: первому — 40 шт., второму — 30, третьему — 30, четвертому — 50 шт. Стоимость перевозки одного станка от поставщика до потребителя указана в следующей таблице (в ден. ед.).

Составьте оптимальный план доставки станков.

3. Для строительства 3-х участков дорожной магистрали необходимо завозить песок. Песок может быть поставлен и: 4-х карьеров. Перевозка песка из карьеров до участков осуществляется грузовиками одинаковой грузоподъемности. Расстояние в километрах от карьеров до участков, наличие песок в карьерах и потребность песка на участках дороги приведены в следующей таблице.

Песчаные карьеры	Участки до-				Наличие песка, тыс. т
	I	II	III	IV	
I	1	8	2	3	30
II	4	7	5	1	50
III	5	3	4	4	20
Потребность в	15	15	40	30	

Составьте план перевозок, минимизирующий общий проб грузовиков.

4. Груз, хранящийся на трех складах, необходимо развес по 5-ти магазинам. Для перевозки грузов требуются 40, 30, 35 автомашин соответственно. Первому магазину требуется 20 машин груза, второму — 34, третьему — 16, четвертому — 10 и пятому — 25 машин. Стоимость пробега одной автомашины за 1 составляет 5 ден. ед. Расстояния от складов до магазинов указа в следующей таблице

Склады	Магазины				
	1	2	3	4	5
I	2	6	3	4	8
II	1	5	6	9	7
III	3	4	1	6	10

Составьте оптимальный по стоимости план перевозки груза от складов до магазинов.

5. На четырех элеваторах А, В, С, D находится зерно в количестве 100, 120, 150, 130 т, которое нужно доставить на четыре сельскохозяйственных предприятия для посева. Предприятию 1 необходимо поставить 140 т, предприятию 2 — 130, предприятию 3 — 90, предприятию 4 — 140 т зерна. Стоимость доставки потребителям от поставщиков представлена в таблице.

Элеваторы	Сельскохозяйственные предприятия			
	I	II	III	IV
A	4	5	5	7
B	8	7	5	4
C	9	6	4	5
D	3	2	9	3

Составьте оптимальный план перевозки зерна из условия минимума стоимости перевозки.

6. Деревообрабатывающий комбинат имеет три цеха: А, В, С и четыре склада: 1, 2, 3, 4. Цеха и склады находятся на разных территориях. Цех А производит 40 тыс.

м³-материала, цех В — 30; цех С — 20 тыс. м³ материала. Пропускная способность складов за то же время характеризуется следующими показателями: склад 1 — 30 тыс. м³ материала, склад 2 — 25; склад 3 — 15 и склад 4 — 20 тыс. м³ материала. Стоимость перевозки 1 м³ материала из цеха А на склады 1, 2, 3, 4 соответственно: 10, 20, 60, 40 ден. ед., из цеха В — соответственно 30, 10, 30, 20, а из цеха С — соответственно 50, 70, 50, 10 ден. ед.

Составьте план перевозки изделий, при котором расходы на перевозку 90 тыс. м³ материала были бы наименьшими.

7. В области имеется пять кирпичных заводов, объем выпуска которых в сутки равен 105, 50, 80, 20, 25 т соответственно. Заводы удовлетворяют потребности шести строительных фирм соответственно в количестве 80, 43, 10, 17, 50, 30 т. Оставшийся кирпич отправляют по железной дороге в другие области. Кирпич на строительные объекты внутри области доставляется автомобильным транспортом. Расстояние в километрах от заводов до объектов приведено в таблице.

Кирпичные заводы	Строительные фирмы					
	Ф ₁	Ф ₂	Ф ₃	Ф ₄	Ф ₅	Ф ₆
1	3	5	6	12	7	8
2	4	11	2	10	9	5
3	7	6	8	5	4	9
4	12	10	4	3	9	3
5	5	3	8	4	10	7

Определите, с каких заводов и каким фирмам должен доставляться кирпич, а также какие заводы и в каком количестве должны отправлять кирпич в другие области, чтобы транспорты издержки по доставке кирпича автотранспортом были минимальными. Стоимость перевозки 1 т кирпича автотранспортом удовлетворяет условию $c = a + d(l - 1)$, где $a = 30$ ден. ед

$d = 10$ ден. ед., l — пробег, км.

8. Аудиторская фирма, имеющая три подразделения, находящихся в разных местах города, оказывает аудиторские услуги трем предприятиям “Сокол”, “Динамо”, “Стрела”. При этом руководящее звено названных предприятий должно приезжать фирму для оказания услуг. Производственные мощности фирмы, стоимость услуг подразделений, временные затраты на проезд предприятия до фирмы и обратно и прогнозируемое количество посещений в квартале приведены в таблице.

Подразделения фирмы	Производственная мощность, чел.	Стоимость услуг, усл. ед.	Время проезда		
			“Сокол”	“Динамо”	“Стрела»
1	6	30	4	3	2
2	5	50	3	9	4
3	7	70	4	1	5

Требуемое кол-во посещений					
			4	8	6

Требуется определить, какое количество посещений доля быть от каждого предприятия в каждое из подразделений, что суммарные расходы на услуги и проезд были минимальными.

9. Завод выпускает продукцию в четырех цехах: А, В, С, D, расположенных на разных территориях. Свою продукт завод поставляет в шесть магазинов города. Цех А производит 130 тыс. шт. изделий, цех В — 90; цех С — 100 и цех D — соответственно 140 тыс. шт. изделий. Плановая потребность магазинов в продукции завода следующая: магазин 1 — 110 тыс. шт. изделий; магазин 2 — 50 тыс. шт.; магазин 3 — 30 тыс. шт., магазин 4 — 80 тыс. шт., магазин 5 — 100 тыс. шт. и магазин 6 — 90 тыс. шт. изделий. Стоимость перевозки 1 тыс. шт. изделий из цехов в магазины приведена в таблице.

Цеха завода	Магазины					
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆
А	2	3	6	8	2	10
В	8	1	2	3	9	5
С	7	6	4	1	5	9
D	2	10	8	5	3	4

Составьте такой план перевозки изделий, при котором расходы на перевозку изделий были бы наименьшими.

10. Четыре растворных узла поставляют раствор четырем строительным фирмам. Для перевозки раствора используются однотипные автомашины. Объем производства растворных узлов в день равен 30, 20, 40, 50 т. Потребности строительных фирм в день: 35, 20, 55, 30 т. Расстояние в километрах от растворных узлов до строительных объектов указано в таблице.

Растворный узел	Строительные фирмы			
	1	2	3	4
I	2	4	1	3
II	5	6	3	4
III	3	6	7	5
IV	1	2	9	3

Определите, в каком объеме, с каких растворных узлов и куда должен доставляться раствор, чтобы транспортные издержки по его доставке автотранспортом были минимальными.

11. В районе имеются четыре станции технического обслуживания (СТО) машин фирмы “ВОЛЬВО”. Основными потребителями их ремонтных услуг являются пять автопредприятий. Производственные мощности СТО, стоимость их услуг, затраты на транспортировку от автопредприятий на СТО и обратно и прогнозируемое количество ремонтов в планируемом периоде на каждом автопредприятии приведены в следующей таблице.

СТО	Стоимость рем. часа, уел. ед.	Затраты на транспор- тировку					Производ- ствен- ные мощности
		П ₁	П ₂	П ₃	П ₄	П ₅	
1	30	1	5	2	6	3	100
2	45	3	6	2	4	3	15
3	60	8	10	4	5	6	90
4	40	7	3	7	9	1	55
<i>Кол-во ремонтов</i>		30	40	55	80	45	

Требуется определить, какое количество автомашин из каждого автопредприятия необходимо отремонтировать на каждой СТО, чтобы суммарные расходы на ремонт и транспортировку были минимальными.

- 12.** Имеются четыре овощехранилища, расположенные в разных районах города, в которых сосредоточено 10, 20, 35 и 45 т овощей соответственно. Овощи необходимо перевезти четырем потребителям соответственно в количестве 25, 30, 40 и 15 т. Расстояния от хранилищ до потребителей следующие:

Хранилище	Потребители			
	1	2	3	4
I	7	3	3	8
II	7	6	2	7
III	4	7	7	3
IV	5	2	4	5

Затраты на перевозку 1 т овощей на 1 км постоянны и равны 20 руб.

Определите план перевозок продукта от хранилищ до потребителей из условия минимизации транспортных расходов.

- 13.** Завод имеет три дочерних предприятия, расположенные в разных районах города, по ремонту и обслуживанию холодильных установок в 4-х овощехранилищах. Предприятия в течение года используют следующие мощности по обслуживанию овощехранилищ: 45, 35 и 60 чел. соответственно. Плановые потребности овощехранилищ в услугах предприятий составляют соответственно 20, 35, 40 и 45 чел. Расстояния от предприятий до овощехранилищ следующие:

Хранилище	Потребители			
	1	2	3	4
I	2	7	3	6
II	9	4	5	7
III	5	7	6	2

В стоимость обслуживания одним человеком входит фиксированная сумма ремонта в размере 100 усл. ед. и транспортные расходы в размере 10 усл. ед. за 1 км. Определите план обслуживания, чтобы суммарные расходы на ремонт и транспортировку были минимальными.

- 14.** Торговая фирма “Весна и осень” включает четыре предприятия и шесть складов

в различных регионах страны. Каждый месяц предприятия фирмы производят 100, 15, 90 и 55 ед. продукции. Вся производимая продукция направляется на склады, вместимость которых следующая: 30, 40, 55, 80, 45 и 10 ед. продукции. Издержки транспортировки продукции от предприятий до складов следующие (ден. ед.):

Предприятия фирмы "Весна и осень"	Склады					
	1	2	3	4	5	6
1	1	5	2	2	1	6
2	3	6	2	4	3	3
3	8	10	4	5	6	8
4	7	3	7	9	1	2

Распределите план перевозок из условия минимизации ежемесячных расходов на транспортировку.

15. Три хлебных комбината с производственными мощностями 130, 110, 80 т хлебобулочных изделий в сутки поставляют свою продукцию в 5 магазинов города. Потребность в хлебобулочных изделиях магазинов следующая: 60, 40, 50, 80, 90 т. Издержки транспортировки продукции от хлебных комбинатов до магазинов следующие (ден. ед.):

Хлебные комбинаты	Магазины				
	1	2	3	4	5
I	4	5	6	8	10
II	10	3	2	5	15
III	4	10	5	2	12

Распределите план перевозок из условия минимизации ежедневных расходов на транспортировку.

16. Четыре растворных узла потребляют в сутки 170, 190, 230 и 150 т песка, который отгружается с трех песчаных карьеров. Суточная производительность карьеров равна соответственно 280, 240 и 270 т песка.

Карьеры взимают плату за погрузку песка каждые сутки не с количества отгруженного материала, а "с факта" его отгрузки, куда входит стоимость погрузки, цена песка и транспортные расходы доставки потребителю при закреплении его за карьером. Стоимость перевозки 1 т песка от карьеров до растворных узлов приведены в таблице.

Растворные узлы	Карьеры		
	1	2	3
1	9	15	6
2	10	8	9
3	7	4	12
4	5	10	13
Цена 1 т песка, руб.	3	29	22
Суточная стоимость погрузки, руб.	190	250	150

Найти оптимальный вариант закрепления растворных узлов за карьерами.

17. Потребность области в азотных удобрениях составляя 180 тыс. т в год. Поставку азотных удобрений могут осуществлять три завода со следующими мощностями: 200, 175 и 225 т удобрений в квартал. Потребителями азотных удобрений в области являются 5 агропромышленных фирм. Их потребности удобрениях, следующие: 100, 130, 80, 190 и 100 т в квартал. Транспортные затраты на поставку удобрений с заводов в агрофирмы представлены в таблице.

Заводы	Агропромышленные фирмы				
	1	2	3	4	5
1	5	7	4	2	5
II	7	1	3	1	10
III	2	3	6	8	7

Найти оптимальный план поставки удобрений с минимальными транспортными издержками.

18. Три молочных фермы с суточным производством 40, 25 и 35 тыс. л молока снабжают четыре молокозавода, спрос у которых: 15, 40, 30 и 15 тыс. л молока в сутки. Молоко доставляется на заводы молоковозами, одинаковыми по вместимости. Стоимость провоза молока молоковозом на расстояние 1 км составляет 3 ден. ед. Ферма 2 не связана с молокозаводом 4. Расстояние от ферм до молокозаводов следующее:

Молочные фермы	Молокозаводы			
	1	2	3	4
I	10	5	7	4
II	7	4	9	10
III	6	14	8	7

Найти оптимальный план поставки молока с ферм на молокозаводы с минимальными транспортными издержками. Рассчитайте стоимость доставки молока от каждой фермы до молокозавода.

19. Четыре бензохранилища с суточным объемом хранения 60, 40, 100 и 50 тыс. т авиационного бензина снабжают пять аэропортов, спрос на бензин у которых составляет 30, 80, 65, 35 и 40 тыс. т бензина в сутки. Бензин транспортируется в аэропорты одинаковыми по вместимости бензозаправщиками. Стоимость провоза бензина бензозаправщиком на расстояние 1 км составляет 7 ден. ед. Бензохранилище 2 не связано с аэропортом 5, а 3-е бензохранилище не связано с 1-м аэропортом. Расстояние от бензохранилищ до аэропортов следующее:

Бензохранилища	Аэропорты				
	1	2	3	4	5
I	8	12	4	9	10
II	7	5	15	3	6
III	9	4	6	12	7
IV	5	3	2	6	4

Найти оптимальный план поставки бензина с минимальными транспортными из-

держками. Рассчитайте стоимость доставки бензина от каждого аэропорта до хранилища.

20. Пусть в задаче 19 объем хранения бензина в хранилище 1 снизился до 20 тыс. т. Кроме того, обязательно условие полного удовлетворения спроса на бензин для аэропорта 3. Н допоставки в аэропорты 2 и 4 штрафуются на сумму 10 ден. ед. за каждую тонну.

Сформулируйте соответствующую транспортную задачу и решите ее на минимум издержек.

Блок Д. Задания для использования в рамках промежуточной аттестации

Д1. Перечень экзаменационных вопросов

1. Системный подход к проблеме принятия решения.
2. Связь структуры и функций системы.
3. Классификация экономических моделей.
4. Структуризация методов моделирования систем.
5. Типы данных и проблема измерений в экономическом моделировании.
6. Задача исследования операций. Классы моделей исследования операций.

Д2. Экзаменационные задачи

Задача 1.

Необходимо:

1). Используя словесное описание задачи, изложенной ниже составить математическую модель транспортной задачи линейного программирования: записать целевую функцию и систему уравнений, порождаемую системой ограничений.

2). Ввести исходные данные в шаблон Excel в файле «Шаблон транспортной задачи».

3). Открыть команду «Поиск решения», задать ячейки целевой функции, искомых переменных, ввести ограничения. Получить решение задачи.

В пунктах *A* и *B* находятся соответственно 110 и 190 т горючего. Пунктам 1, 2, 3 требуются соответственно 70, 90, 140 т горючего. Стоимость перевозки 1 т горючего из пункта *A* в пункты 1, 2, 3 равна 200, 300, 400 руб. за 1 т соответственно, а из пункта *B* в пункты 1, 2, 3 — 600, 200, 500 тыс. руб. за 1 т соответственно.

Составьте план перевозок горючего, минимизирующий общую сумму транспортных расходов.

Для проверки сформированности компетенции ОПК-6: способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с

применением методов системного анализа и математического моделирования.

ОПК-6.1. Применяет знания математического моделирования, используемого при расчете экономических и оптимизационных задач

ОПК-6.3. Обоснованно выбирает методы моделирования систем, проводит системный анализ предметной области

Блок А. Задания репродуктивного уровня («знать»)

А.1 Вопросы для обсуждения

Методы нулевого порядка поиска безусловного экстремума функции.

- Основная задача одномерной оптимизации.
- Унимодальные функции. Критерии для проверки унимодальности.
- Метод дихотомии поиска минимума функции.
- Метод золотого сечения поиска минимума функции.
- Метод Фибоначчи поиска минимума функции.
- Сравнение методов одномерной оптимизации.

Анализ необходимых и достаточных условий безусловного экстремума функции.

- Квадратичные функции. Критерии определенности квадратичной функции (Критерий Сильвестра).
- Градиент и матрица Гессе квадратичной функции.
- Необходимые и достаточные условия существования экстремума -скалярный случай.

Численные методы решения экстремальных задач без ограничений. Метод градиентного спуска (подъема). Метод Ньютона.

- Классификация методов решения задач безусловной минимизации.
- Сравнительная характеристика градиентного метода с постоянным шагом и наискорейшего спуска.
- Описание алгоритма метода наискорейшего спуска.
- Выбор шага и направления в градиентных методах.
- Метод Ньютона.
- Модифицированный метод Ньютона.

Метод множителей Лагранжа поиска экстремума целевой функции при ограничениях в виде равенств.

- Формализация задачи нелинейного программирования с ограничениями в виде равенств.

- Метод замены переменных решения задачи нелинейного программирования с ограничениями в виде равенств.
- Метод множителей Лагранжа решения задачи нелинейного программирования с ограничениями в виде равенств.

Методы поиска экстремума целевой функции при ограничениях в виде неравенств с учетом условий Куна-Таккера.

- Проблема решения задачи нелинейного программирования с ограничениями общего вида.
- Условия Куна-Таккера для задачи нелинейного программирования с ограничениями общего вида.
- Теорема Куна-Таккера для задачи квадратичного программирования.
- Формализация модели задачи квадратичного программирования.

Численное решение задач нелинейного программирования с ограничениями в виде неравенств.

- Метод проекции градиента.
- Метод штрафных функций.

Графическое решение задачи линейного программирования. Исследование задачи линейного программирования на чувствительность графическим способом.

- Построение на графике области допустимых решений.
- Сущность графического метода решения задач линейного программирования.
- Область допустимых решений и оптимальное решение.
- Стандартная форма записи задач линейного программирования.
- Приведение задачи линейного программирования к стандартной форме.

Блок В. Задания реконструктивного уровня («уметь»)

В1. – вопросы к письменной контрольной работе

1. Унимодальные функции.
2. Методы последовательного поиска.
3. Методы дихотомии и золотого сечения.
4. Метод Фибоначчи.
5. Необходимые и достаточные условия существования экстремумов функции n переменных.
6. Градиентный метод решения задач без ограничений.
7. Метод Ньютона поиска стационарных точек функции.
8. Основные понятия математического программирования.
9. Классификация задач математического программирования.
10. Постановка классической задачи математического программирования.

11. Метод множителей Лагранжа.
12. Признаки условного локального экстремума.
13. Необходимое условие первого порядка.
14. Условие Якоби.
15. Условия второго порядка.
16. Стандартный и унифицированный виды задачи на максимум (экстремум).
17. Необходимые признаки локального максимума (экстремума).
18. Условия Куна-Таккера в градиентной форме.
19. Условия Куна-Таккера в алгебраической форме.
20. О достаточных условиях максимума (экстремума).
21. Выпуклые множества. Выпуклые и вогнутые функции.
22. Условия регулярности Слейтера.
23. Необходимые условия оптимальности.
24. условие Куна-Таккера в градиентной форме;
25. необходимые условия максимума, когда целевая функция не вогнута.
26. достаточные условия оптимальности.
27. седловая точка функции Лагранжа;
28. теорема Куна-Таккера о седловой точке.
29. Общая постановка двойственных задач нелинейного программирования.
30. Экономическая интерпретация двойственных задач.
31. Общий порядок решения задач нелинейного программирования.
32. Общая характеристика численных методов решения задач нелинейного программирования с ограничениями.
33. Метод проекции градиента.
34. Метод штрафных функций.
35. Классификация задач линейного программирования.
36. Графический метод решения задач линейного программирования.
37. Формы представления задач линейного программирования.
38. Структура допустимого множества и типы решений.
39. Графические методы анализа модели на устойчивость.
40. Основные теоремы линейного программирования.

Блок С. Задания практико-ориентированного уровня для диагностирования сформированности компетенций («владеть»)

С1. Лабораторные работы.

Лабораторная работа №1. Исследование функции на безусловный экстремум методами дихотомии, золотого сечения и Фибоначчи.

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

Точку экстремума искать в интервале L_0 . Шаг приращения l_0 . Ошибка ε .

Выполнить вручную не менее трех итераций каждым способом.

Окончательное решение получить с помощью Excel - шаблона ch21DichotomousGoldenSection.xls [1].

Файл отчета должен содержать:

- задание,
- сравнение различных способов поиска экстремума функции по количеству итераций, необходимых для достижения заданной точности,
- координаты точки экстремума, найденные различными способами,
- график функции, построенный с использованием онлайн сервиса.

Варианты заданий:

	Исследуемая функция	Тип экстремума	Интервал поиска	Шаг приращения	Ошибка
1.	$f(x) = x^2 + 2x - 6$	min	$L_0 = [-4, 4]$	$l_0 = 0.8$	$\varepsilon = 0.2$
2.	$f(x) = 3 + 6x - 4x^2$	max	$L_0 = [-2, 2]$	$l_0 = 0.4$	$\varepsilon = 0.1$
3.	$f(x) = 4x - x^2 - 5$	max	$L_0 = [-2, 5]$	$l_0 = 0.7$	$\varepsilon = 0.2$
4.	$f(x) = -2x^2 + 12x + 3$	max	$L_0 = [0, 10]$	$l_0 = 1.0$	$\varepsilon = 0.25$
5.	$f(x) = -x^2 + x + 3$	max	$L_0 = [-3, 3]$	$l_0 = 0.6$	$\varepsilon = 0.15$
6.	$f(x) = 3x - 2x^2 - 2$	max	$L_0 = [-2, 8]$	$l_0 = 1.0$	$\varepsilon = 0.25$
7.	$f(x) = x^3 + 3x^2 + 1$	min	$L_0 = [-2, 1]$	$l_0 = 0.3$	$\varepsilon = 0.1$
8.	$f(x) = x^2 - 4x + 9$	min	$L_0 = [-2, 8]$	$l_0 = 1.0$	$\varepsilon = 0.2$
9.	$f(x) = 4x^2 + 3x + 1$	min	$L_0 = [-2, 2]$	$l_0 = 0.4$	$\varepsilon = 0.1$
10.	$f(x) = x^3 + x^2 - 3x$	min	$L_0 = [0, 4]$	$l_0 = 0.4$	$\varepsilon = 0.1$
11.	$f(x) = x^4 - x^3 + 5x^2 + x - 1$	min	$L_0 = [-2, 2]$	$l_0 = 0.4$	$\varepsilon = 0.1$
12.	$f(x) = 2x^4 - x^3 + x^2 + 3x$	min	$L_0 = [0, 5]$	$l_0 = 0.5$	$\varepsilon = 0.15$
13.	$f(x) = 4x - x^2 - x^3 - 5$	max	$L_0 = [0, 8]$	$l_0 = 0.8$	$\varepsilon = 0.2$
14.	$f(x) = 10x - 2x^2 + 2$	max	$L_0 = [0, 10]$	$l_0 = 1.0$	$\varepsilon = 0.2$
15.	$f(x) = 3 + 9x - 4x^2 + x^3$	max	$L_0 = [0, 2]$	$l_0 = 0.1$	$\varepsilon = 0.06$

16.	$f(x) = 3x^2 - x^3 + 2$	max	$L_0 = [0, 2.5]$	$l_0 = 0.3$	$\varepsilon = 0.1$
17.	$f(x) = (x - 2)^2 + 5$	min	$L_0 = [-10, 6]$	$l_0 = 0.8$	$\varepsilon = 0.4$
18.	$f(x) = 5 - e^{-(2-x)^2}$	min	$L_0 = [0, 6]$	$l_0 = 0.6$	$\varepsilon = 0.3$
19.	$f(x) = x^2 - 2e^x$	min	$L_0 = [-2, 1.5]$	$l_0 = 0.35$	$\varepsilon = 0.2$
20.	$f(x) = x \ln(4/x) - (1-x) \ln(1-x)$	max	$L_0 = [0.5, 1]$	$l_0 = 0.05$	$\varepsilon = 0.025$
21.	$f(x) = -2x^2 + 3x - 2$	max	$L_0 = [-2, 8]$	$l_0 = 1.0$	$\varepsilon = 0.25$
22.	$f(x) = x(x - 4) + 9$	min	$L_0 = [-2, 8]$	$l_0 = 1.0$	$\varepsilon = 0.25$
23.	$f(x) = 2x(3-2x) + 3$	max	$L_0 = [-2, 2]$	$l_0 = 0.4$	$\varepsilon = 0.1$
24.	$f(x) = x(5x - (x^2 + (x^3 + 1))) - 1$	min	$L_0 = [-2, 2]$	$l_0 = 0.4$	$\varepsilon = 0.1$
25.	$f(x) = x(3 + x(1 - x(1 - 2x)))$	min	$L_0 = [0, 5]$	$l_0 = 0.5$	$\varepsilon = 0.15$
26.	$f(x) = 1 + x(3 + 4x)$	min	$L_0 = [-2, 2]$	$l_0 = 0.4$	$\varepsilon = 0.1$
27.	$f(x) = x(4 - x) - 5$	max	$L_0 = [-2, 5]$	$l_0 = 0.7$	$\varepsilon = 0.2$

Лабораторная работа № 2

Исследование необходимых и достаточных условий безусловного экстремума функций.

В соответствии с заданным вариантом (Таблица 1):

1. исследовать необходимые условия экстремумов двух функций и найти их стационарные точки;
2. проверить выполнение достаточных условий экстремума каждой функции во всех стационарных точках;
3. определить характер экстремума функций;
4. при несоблюдении достаточных условий экстремума проверить функции на наличие седловой точки;
5. используя онлайн сервис <http://grafikus.ru/plot3d> построить графики линий уровня функций.

Отчет должен содержать:

- задание;

- выводы о наличии или отсутствии необходимых и достаточных условий экстремумов функций в стационарных точках;
- выводы о характере стационарных точек функций;
- графики линий уровня функций.

Варианты заданий:

1.	$f(X) = x_1^2 - 4x_1 + 2x_2^2 + 2x_2$	$f(X) = 2x_1^2 + x_2^2 - 10x_1x_2$
2.	$f(X) = 9x_1^2 - 90x_1 + 16x_2^2 - 128x_2$	$f(X) = (x_1 - 2)^2 - (x_2 - 3)^2$
3.	$f(X) = 2x_1^2 - 12x_1 + x_2^2$	$f(X) = 6x_1 - 2x_1^2 + 10x_1x_2 - 2x_2^2$
4.	$f(X) = 4x_1 - 2x_2 - x_1^2 - x_2^2 + 1$	$f(X) = 8x_1 - 32x_2 - 2x_1^2 + 4x_2^2$
5.	$f(X) = 4x_1 + 8x_2 - 2x_1^2 - 2x_2^2$	$f(X) = 2x_1 - x_1^2 + 2x_2^2$
6.	$f(X) = 4x_1 - 8x_2 - 2x_1^2 - 2x_2^2$	$f(X) = 10x_1 - 16x_2 - x_1^2 + x_2^2$
7.	$f(X) = 8x_1 + 32x_2 - 2x_1^2 - 4x_2^2$	$f(X) = 2x_1^2 + x_2^2 - 10x_1x_2$
8.	$f(X) = 2x_1 - x_1^2 - x_2^2$	$f(X) = (x_1 - 2)^2 - (x_2 - 3)^2$
9.	$f(X) = 4x_1 + 2x_2 - x_1^2 - x_2^2 + 5$	$f(X) = 6x_1 - 2x_1^2 + 10x_1x_2 - 2x_2^2$
10.	$f(X) = 10x_1 - 16x_2 - x_1^2 - x_2^2$	$f(X) = 8x_1 - 32x_2 - 2x_1^2 + 4x_2^2$
11.	$f(X) = (x_1 - 2)^2 + (x_2 + 4)^2$	$f(X) = 2x_1 - x_1^2 + 2x_2^2$
12.	$f(X) = x_1^2 + 4x_2^2 - 1$	$f(X) = 2x_1^2 + x_2^2 - 10x_1x_2$
13.	$f(X) = 9x_1^2 - 90x_1 + 16x_2^2 - 64x_2$	$f(X) = (x_1 - 2)^2 - (x_2 - 3)^2$
14.	$f(X) = 2x_1^2 + x_2^2 - 12x_1$	$f(X) = 6x_1 - 2x_1^2 + 10x_1x_2 - 2x_2^2$
15.	$f(X) = 2x_1^2 + 2x_2^2 - 2x_1x_2$	$f(X) = 8x_1 - 32x_2 - 2x_1^2 + 4x_2^2$
16.	$f(X) = (x_1 - 2)^2 + (x_2 + 3)^2$	$f(X) = 2x_1 - x_1^2 + 2x_2^2$
17.	$f(X) = 4x_1 + 8x_2 - 2x_1^2 - 2x_2^2$	$f(X) = 2x_1^2 + x_2^2 - 10x_1x_2$
18.	$f(X) = 2x_1^2 - 12x_1 + x_2^2$	$f(X) = (x_1 - 2)^2 - (x_2 - 3)^2$

19.	$f(X) = 4x_1 - 2x_2 - x_1^2 - x_2^2 + 1$	$f(X) = 6x_1 - 2x_1^2 + 10x_1x_2 - 2x_2^2$
20.	$f(X) = 4x_1 - 2x_2 - x_1^2 - x_2^2 + 1$	$f(X) = 8x_1 - 32x_2 - 2x_1^2 + 4x_2^2$
21.	$f(X) = x_1^2 - 4x_1 + 2x_2^2 + 2x_2$	$f(X) = 2x_1 - x_1^2 + 2x_2^2$
22.	$f(X) = 8x_1 + 32x_2 - 2x_1^2 - 4x_2^2$	$f(X) = 2x_1^2 + x_2^2 - 10x_1x_2$
23.	$f(X) = 2x_1 - x_1^2 - x_2^2$	$f(X) = (x_1 - 2)^2 - (x_2 - 3)^2$
24.	$f(X) = 4x_1 + 2x_2 - x_1^2 - x_2^2 + 5$	$f(X) = 6x_1 - 2x_1^2 + 10x_1x_2 - 2x_2^2$
25.	$f(X) = 10x_1 - 16x_2 - x_1^2 - x_2^2$	$f(X) = 8x_1 - 32x_2 - 2x_1^2 + 4x_2^2$

Лабораторная работа № 3.1

Исследование функции на наличие безусловного экстремума методом градиентного спуска с постоянным шагом.

Найти безусловный экстремум функции, выбранной из таблицы 1 в соответствии с вариантом, используя метод градиентного спуска с постоянным шагом. При решении задачи задать ошибку $\varepsilon=0.1$ и предельное число итераций $M=3$.

Необходимо:

- для проверки необходимых условий существования экстремума функции составить систему уравнений её частных производных по всем переменным и приравнять их нулю;
 - решить полученную систему уравнений и найти все точки подозрительные на экстремум;
 - для всех точек подозрительных на экстремум проверить достаточные условия локального экстремума, проанализировав знакоопределенность матрицы Гессе и определить характер экстремума (max или min);
 - методом градиентного спуска с постоянным шагом сделать 3 итерации и зафиксировать результат;
1. проверить полученные результаты с использованием функции «Поиск решения нелинейных задач методом ОПГ» (обобщенного приведенного градиента) надстройки Excel «Поиск решения».

Отчет должен содержать:

- задание;
- найденные в работе координаты и характер всех стационарных точек исследуемой функции;

- проверку необходимых и достаточных условий экстремума функции;

Варианты заданий:

Таблица 1

№ вар	Функция	Начальная точка X^0
26.	$f(X)=2x_1+8x_2- x_1^2- 2x_2^2$	$X^0 = (0,0)$
27.	$f(X)= x_1+6x_2- x_2^2- x_1x_2-x_2^2$	$X^0 = (0,0)$
28.	$f(X)=x_1^3-2x_2^2 -3x_1 + 8x_2$	$X^0 = (1,2)$
29.	$f(X)= 9x_1^2 - 90x_1 + 16x_2^2 - 128x_2$	$X^0 = (1, 0)$
30.	$f(X)= 2x_1^2 - 12x_1 + x_2^2$	$X^0 = (5, 3)$
31.	$f(X)= 2x_1^2 + x_2^2 - x_1x_2$	$X^0 = (2, 2)$
32.	$f(X)= 4x_1 - 8x_2 - 2x_1^2 - 2x_2^2$	$X^0 = (5,10)$
33.	$f(X)= 8x_1 + 32x_2 - 2x_1^2 - 4x_2^2$	$X^0 = (6, 6)$
34.	$f(X)= 2x_1 - x_1^2 - x_2^2$	$X^0 = (3, 2)$
35.	$f(X)= 4x_1 + 2x_2 - x_1^2 - x_2^2 + 5$	$X^0 = (4, 5)$
36.	$f(X)= 10x_1 - 16x_2 - x_1^2 - x_2^2$	$X^0 = (1, 2)$
37.	$f(X)= x_1^2 + 4x_2^2 - 1$	$X^0 = (1, 1)$
38.	$f(X)= 2x_1^2 + x_2^2 - 12x_1$	$X^0 = (5, 3)$
39.	$f(X)= 2x_1^2 + x_2^2 - 3x_1x_2$	$X^0 = (2, 2)$
40.	$f(X)= 2x_1 - x_1^2 + 2x_2^2$	$X^0 = (3, 2)$
41.	$f(X)= 4x_1 - 2x_2 - x_1^2 - x_2^2 + 1$	$X^0 = (4, 5)$
42.	$f(X) = 2x + 8y-x^2- 2y^2$	$X^0 = (0,0)$
43.	$f(X)= 3x + 6y-x^2-xy-y^2$	$X^0 = (0,0)$
44.	$f(X) = x^3 -2y^2 -3x + 8y$	$X^0 = (1,2)$
45.	$f(X)= 9x_1^2 - 90x_1 + 16x_2^2 - 128x_2$	$X^0 = (1, 0)$
46.	$f(X)= 2x_1^2 - 12x_1 + x_2^2$	$X^0 = (5, 3)$
47.	$f(X)= 2x_1^2 + x_2^2 - x_1x_2$	$X^0 = (2, 2)$
48.	$f(X)= 4x_1 - 8x_2 - 2x_1^2 - 2x_2^2$	$X^0 = (5, 10)$
49.	$f(X)= 8x_1 + 32x_2 - 2x_1^2 - 4x_2^2$	$X^0 = (6, 6)$
50.	$f(X)= 2x_1 - x_1^2 - x_2^2$	$X^0 = (3, 2)$

Лабораторная работа № 3.2

Исследование функции на наличие безусловного экстремума методом Ньютона.

Найти безусловный экстремум функции, выбранной из таблицы 1 в соответствии с вариантом, используя метод Ньютона. При решении задачи задать ошибку $\varepsilon=0.1$ и предельное число итераций $M=3$.

Необходимо:

- для проверки необходимых условий существования экстремума функции составить систему уравнений её частных производных по всем переменным и приравнять их нулю;
- решить полученную систему уравнений и найти все точки подозрительные на экстремум;
- для всех точек подозрительных на экстремум проверить достаточные условия локального экстремума, проанализировав знакоопределенность матрицы Гессе и определить характер экстремума (max или min);
- методом Ньютона сделать итерацию и зафиксировать результат;

Отчет должен содержать:

- задание;
- найденные в работе координаты и характер всех стационарных точек исследуемой функции;
- проверку необходимых и достаточных условий экстремума функции;

Варианты заданий:

Таблица 1

№ вар	Функция	Начальная точка X^0
51.	$f(X)=2x_1+8x_2- x_1^2- 2x_2^2$	$X^0 = (0,0)$
52.	$f(X)= x_1+6x_2- x_2^2- x_1x_2-x_2^2$	$X^0 = (0,0)$
53.	$f(X)=x_1^3-2x_2^2 -3x_1 + 8x_2$	$X^0 = (1,2)$
54.	$f(X)= 9x_1^2 - 90x_1 + 16x_2^2 - 128x_2$	$X^0 = (1, 0)$
55.	$f(X)= 2x_1^2 - 12x_1 + x_2^2$	$X^0 = (5, 3)$
56.	$f(X)= 2x_1^2 + x_2^2 - x_1x_2$	$X^0 = (2, 2)$
57.	$f(X)= 4x_1 - 8x_2 - 2x_1^2 - 2x_2^2$	$X^0 = (5,10)$
58.	$f(X)= 8x_1 + 32x_2 - 2x_1^2 - 4x_2^2$	$X^0 = (6, 6)$
59.	$f(X)= 2x_1 - x_1^2 - x_2^2$	$X^0 = (3, 2)$
60.	$f(X)= 4x_1 + 2x_2 - x_1^2 - x_2^2 + 5$	$X^0 = (4, 5)$

61.	$f(X) = 10x_1 - 16x_2 - x_1^2 - x_2^2$	$X^0 = (1, 2)$
62.	$f(X) = x_1^2 + 4x_2^2 - 1$	$X^0 = (1, 1)$
63.	$f(X) = 2x_1^2 + x_2^2 - 12x_1$	$X^0 = (5, 3)$
64.	$f(X) = 2x_1^2 + x_2^2 - 3x_1x_2$	$X^0 = (2, 2)$
65.	$f(X) = 2x_1 - x_1^2 + 2x_2^2$	$X^0 = (3, 2)$
66.	$f(X) = 4x_1 - 2x_2 - x_1^2 - x_2^2 + 1$	$X^0 = (4, 5)$
67.	$f(X) = 2x + 8y - x^2 - 2y^2$	$X^0 = (0, 0)$
68.	$f(X) = 3x + 6y - x^2 - xy - y^2$	$X^0 = (0, 0)$
69.	$f(X) = x^3 - 2y^2 - 3x + 8y$	$X^0 = (1, 2)$
70.	$f(X) = 9x_1^2 - 90x_1 + 16x_2^2 - 128x_2$	$X^0 = (1, 0)$
71.	$f(X) = 2x_1^2 - 12x_1 + x_2^2$	$X^0 = (5, 3)$
72.	$f(X) = 2x_1^2 + x_2^2 - x_1x_2$	$X^0 = (2, 2)$
73.	$f(X) = 4x_1 - 8x_2 - 2x_1^2 - 2x_2^2$	$X^0 = (5, 10)$
74.	$f(X) = 8x_1 + 32x_2 - 2x_1^2 - 4x_2^2$	$X^0 = (6, 6)$
75.	$f(X) = 2x_1 - x_1^2 - x_2^2$	$X^0 = (3, 2)$

Лабораторная работа №4

Поиск экстремума целевой функции при ограничениях в виде равенств методом множителей Лагранжа.

Найти экстремум функции методом множителей Лагранжа. Функцию и ограничения выбрать из таблицы 1 в соответствии с вариантом.

Необходимо:

- проверить условие регулярности области допустимых решений (условие Якоби);
- составить вспомогательную функцию Лагранжа;
- для проверки необходимых условий экстремума составить систему уравнений частных производных функции Лагранжа по всем переменным;
- решить полученную систему уравнений и найти все точки подозрительные на экстремум;
- для всех точек подозрительных на экстремум проверить достаточные условия локального экстремума, проанализировав знакоопределенность окаймленной матрицы Гессе.

По исходным данным и полученному решению сформулировать практическую задачу с экономическим содержанием и интерпретировать полученные результаты.

Отчет должен содержать:

- задание;
- математическую модель задачи;
- функцию Лагранжа;
- проверку условия регулярности области допустимых решений (условие Якоби) и достаточных условий локального экстремума (знакоопределенности окаймленной матрицы Гессе);
- результаты решения задачи с использованием табличного процессора Excel:
 - координаты стационарных точек целевой функции с указанием их характера (max или min),
 - значения функции в этих точках;
- формулировку практической задачи и экономическую интерпретацию полученных результатов.

Вариант	Целевая функция $f(x_1, x_2)=$	Ограничения $g_i(x_1, x_2)=$
1.	$x_1^2 + x_2^2$	$x_1 + x_2 = 3, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
2.	$5x_1^2 + 3x_2^2$	$2x_1 + x_2 = 4, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
3.	$(x_1 - 3)^2 + (x_2 - 5)^2$	$-2x_1 + x_2 = 5, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
4.	$4x_1^2 + 10x_2^2 + 5x_1$	$x_1 + x_2 = 8, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
5.	$4x_1^2 + 10x_2^2$	$x_1 + x_2 = 6, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
6.	$(x_1 + 2)^2 + (x_2 - 3)^2$	$2x_1 + 2x_2 = 14, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
7.	$5x_1 + 2x_1^2 + 4x_2^2$	$x_1 + x_2 = 10, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
8.	$4x_1^2 + 4x_2^2$	$x_1 + x_2 = 2, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
9.	$5x_1^2 + 3x_2^2$	$2x_1 + x_2 = 4, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
10.	$x_1^2 + x_2^2 + 5x_1$	$x_1 + x_2 = 20, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
11.	$5x_1^2 + 3x_2^2 + 4x_2$	$2x_1 + x_2 = 4, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
12.	$(x_1 - 3)^2 + (x_2 - 5)^2 + x_1 + x_2$	$2x_1 + x_2 = 8, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
13.	$4x_1^2 + 10x_2^2 + 5x_1 - x_2$	$x_1 + x_2 = 4, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
14.	$4x_1^2 + 10x_2^2 - x_1$	$x_1 + x_2 = 3, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$

15.	$(x_1+2)^2+(x_2-3)^2-x_1-x_2$	$2x_1+2x_2=18, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
16.	$4x_1^2+10x_2^2+5x_1$	$x_1+x_2=8, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
17.	$4x_1^2+10x_2^2$	$x_1+x_2=6, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
18.	$(x_1+2)^2+(x_2-3)^2$	$2x_1+2x_2=14, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
19.	$5x_1+2x_1^2+4x_2^2$	$x_1+x_2=10, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
20.	$4x_1^2+4x_2^2$	$x_1+x_2=6, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
21.	$x_1^2+x_2^2+5x_1$	$x_1+x_2=10, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
22.	$(x_1-3)^2+(x_2-5)^2+x_1+x_2$	$2x_1+x_2=3, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
23.	$4x_1^2+10x_2^2+5x_1-x_2$	$x_1+x_2=5, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
24.	$4x_1^2+10x_2^2-x_1$	$x_1+x_2=4, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$

Лабораторная работа №5

Решение задач нелинейного программирования при ограничениях типа неравенств. Условия Куна-Таккера.

Для следующих задач нелинейного программирования:

- а) привести задачу к стандартному и унифицированному видам;
- б) изобразить допустимое множество и линии уровня целевой функции; определить, выполняются ли условия теоремы Вейерштрасса о существовании решения;
- в) определить, является ли данная задача выпуклой (задачей выпуклого программирования); для выпуклых задач проанализировать выполнение условия Слейтера;
- г) вычислить и изобразить на рисунке направления градиентов целевой функции и функций, описывающих активные ограничения, в угловых точках;
- д) для невыпуклых задач по рисунку определить точки, в которых не выполняется условие Якоби;
- е) установить, какие выводы можно будет сделать по результатам анализа выполнения условий Куна-Таккера в данной задаче;
- ж) рассматривая различные наборы активных ограничений, последовательно увеличивая их количество, начиная с нуля, с использованием рисунка найти точки (вычислить координаты), в которых выполняются условия Куна-Таккера;

з) в точках, где выполняется условие Куна-Таккера, разложить градиент целевой функции по градиентам функций, задающих активные ограничения, найти коэффициенты разложения;

и) опираясь на известные теоремы, определить точки, в которых имеет место локальный и глобальный максимумы; если теоремы не дают ответа, изобразить необходимые линии уровня целевой функции и проверить наличие или отсутствие в этих точках локального и глобального максимумов;

к) подтвердить выполнение или невыполнение условий Куна-Таккера в угловых точках с использованием функции Лагранжа: решить систему уравнений и неравенств, найти множители Лагранжа и сравнить с результатами пункта з).

Варианты заданий:

1. $\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 \rightarrow \max: \\ x_1 + x_2 \leq 1, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{cases}$	2. $\begin{cases} x_1 + x_2 \rightarrow \max: \\ x_1^2 + x_2^2 \leq 1, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{cases}$	3. $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \Rightarrow \max: \\ -x_1^2 - x_2^2 \geq -1, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{cases}$
4. $\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 \Rightarrow \max: \\ (x_1 + 1)^2 + (x_2 + 1)^2 \leq 4, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{cases}$	5. $\begin{cases} -(x_1 - 1)^2 - (x_2 - 1)^2 \Rightarrow \max: \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 1, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{cases}$	6. $\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 \Rightarrow \max: \\ x_1^2 + x_2 \leq 4, \\ x_2 \leq 2, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{cases}$
7. $\begin{cases} -(x_1 + 2)^2 - (x_2 - 2)^2 \Rightarrow \max: \\ x_1 + 2x_2 \leq 2, \\ -2x_1 - x_2 \geq -2, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{cases}$	8. $\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 \Rightarrow \max: \\ x_1 + x_2^2 \leq 4, \\ x_1 - x_2 \leq 2, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{cases}$	9. $\begin{cases} x_1^2 + (x_2 - 1)^2 \Rightarrow \max: \\ 3x_1 + x_2 \leq 6, \\ x_2 - x_1 \leq 2, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{cases}$
10. $\begin{cases} (x_1 + 1)^2 + (x_2 + 2)^2 \Rightarrow \min: \\ (x_1 - 2)^2 + (x_2 - 1)^2 \leq 4, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{cases}$	11. $\begin{cases} (x_1 - 2)^2 + x_2^2 \Rightarrow \max: \\ 2x_1 + x_2 \geq 2, \\ 2x_1 + 4x_2 \leq 8, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{cases}$	12. $\begin{cases} x_1^2 + x_2 \Rightarrow \max: \\ x_1 + 2x_2 \leq 8, \\ 3x_1 + x_2 \leq 9, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{cases}$
13. $\begin{cases} (x_1 - 1)^2 + (x_2 - 2)^2 \Rightarrow \min: \\ (x_1 + 1)^2 + (x_2 - 3)^2 \leq 4, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{cases}$	14. $\begin{cases} f(x) = x_1^2 + 3x_2^2 \Rightarrow \max: \\ x_1^2 + x_2 \leq 5, \\ x_1 + x_2^2 \leq 3, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{cases}$	15. $\begin{cases} 2 - x_1^2 - x_2^2 \Rightarrow \max: \\ x_1 \leq 4 - x_2^2, \\ x_1 + x_2 \geq 1, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{cases}$
16. $\begin{cases} x_1 + x_2 \rightarrow \max: \\ x_2 + (x_1 - 1)^3 \leq 0, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{cases}$	17. $\begin{cases} x_1 + x_2 \Rightarrow \max: \\ (1 - x_1)^3 - x_2 \geq 0, \\ 2x_1 + x_2 \leq 2, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{cases}$	18. $\begin{cases} x_1 \Rightarrow \max: \\ (1 - x_1)^2 - x_2 \geq 0, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{cases}$
19. $\begin{cases} x_1 \Rightarrow \max: \\ x_2 - (1 - x_1)^3 \leq 0, \\ 2x_1 + x_2 \leq 2, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{cases}$	20. $\begin{cases} x_1 - x_2 \rightarrow \min: \\ x_1^3 - x_2 \geq 0, \\ x_1 \leq 1, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{cases}$	

1. Соколов А.В., Токарев В.В. Методы оптимальных решений. В 2 т. Т.1. Общие положения. Математическое программирование. - 2-е изд. ипр. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 564 с.

Лабораторная работа №6

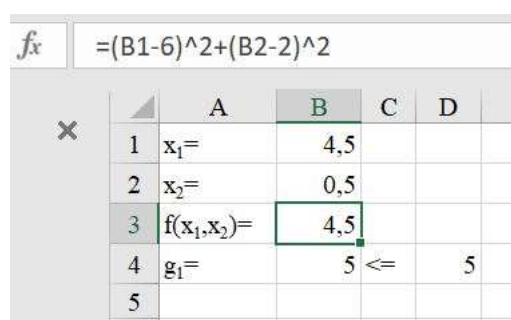
Численное решение задач нелинейного программирования при ограничениях типа неравенств с использованием табличного процессора Excel.

В цеху производятся 2 вида продукции П1 и П2. Издержки производства квадратично зависят от количества произведенной продукции и определяются соотношениями $(x_1 - (6+n))^2$ для продукции П1 и $(x_2 - (2+n/4))^2$ для продукции П2, где x_1 и x_2 планы выпуска продукции соответственно П1 и П2. Станочный парк цеха позволяет производить суммарно не более $5+n$ единиц продукции. Необходимо рассчитать при каком количестве произведенной продукции П1 и П2 обеспечиваются минимальные издержки? n – номер варианта студента.

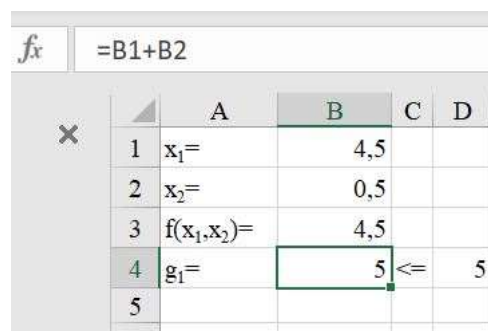
Вначале нужно проверить выполнение условия регулярности ограничений по Якоби (или Слейтеру), и, если оно выполняется, составить функцию Лагранжа и записать условия Куна-Таккера в дифференциальной форме.

Задать начальную точку $x^0 = (1, n)$ и ошибку $\epsilon = 0,1$ и найти приближенное к оптимальному решению задачи, для чего провести две, три итерации методом проекции градиента.

После этого необходимо с помощью функции «Поиск решения нелинейных задач методом ОПГ» (обобщенного приведенного градиента) надстройки Excel «Поиск решения» проверить правильность решения задачи. Сравнить результаты.



fx		=(B1-6)^2+(B2-2)^2			
		A	B	C	D
×	1	$x_1 =$	4,5		
	2	$x_2 =$	0,5		
	3	$f(x_1, x_2) =$	4,5		
	4	$g_1 =$	5	\leq	5
	5				



fx		=B1+B2			
		A	B	C	D
×	1	$x_1 =$	4,5		
	2	$x_2 =$	0,5		
	3	$f(x_1, x_2) =$	4,5		
	4	$g_1 =$	5	\leq	5
	5				

а) ввод формулы целевой функции

б) ввод формулы ограничений

Рис.1. Исходный рабочий лист Microsoft Excel с результатами

Ввести в исходный рабочий лист Microsoft Excel формулы, как показано на рис.1. В ячейку В3 ввести формулу для целевой функции. Ячейки В1 и В2 отвести под координаты вектора оптимального решения задачи. В ячейку В4 ввести формулу для ограничения: $=B1+B2$. Запустить надстройку «Поиск решения».

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До: Максимум Минимум Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Метод решения

Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

а) окно ввода данных

Параметры

Все методы: Поиск решения нелинейных задач методом ОПГ

Сходимость:

Производные: Правые Центральные

Несколько начальных точек: Использовать несколько начальных точек

Размер совокупности:

Случайное начальное значение:

Обязательные границы для переменных

б) окно ввода параметров

Рис.2. Ввод данных в надстройку «Поиск решения».

В появившемся окне ввода данных (рис. 2а) указать ячейку, в которую введена минимизируемая целевая функция, и ограничение (без учета ограничений неотрицательности, которые ввести в окне ввода параметров надстройки «Поиск решения» - см. рис. 2б).

Результаты работы надстройки «Поиск решения» представлены на рис. 3. Студенту нужно интерпретировать их самостоятельно.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Microsoft Excel 16.0 Отчет о результатах									
2	Лист: [Задача с 1 огр из ак проект град.xlsx]Лист2									
3	Отчет создан: 03.07.2020 21:07:27									
4	Результат: Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены.									
5	Модуль поиска решения									
6	Модуль: Поиск решения нелинейных задач методом ОПП									
7	Время решения: 0,016 секунд									
8	Число итераций: 0 Число подзадач: 0									
9	Параметры поиска решения									
10	Максимальное время 100 с, Число итераций 100, Precision 0,000001, Использовать автоматическое масштабирование									
11	Сходимость 0,0001, Размер совокупности 100, Случайное начальное значение 0, Правые производные, Обязательные границы									
12	Максимальное число подзадач Без пределов, Максимальное число целочисленных решений Без пределов, Целочисленное откло									
13										
14	Ячейка целевой функции (Минимум)									
15	<u>Ячейка</u>	<u>Имя</u>	<u>Исходное значение</u>	<u>Окончательное значение</u>						
16	\$B\$3	f(x1,x2)=	4,499999999	4,499999999						
17										
18										
19	Ячейки переменных									
20	<u>Ячейка</u>	<u>Имя</u>	<u>Исходное значение</u>	<u>Окончательное значение</u>	<u>Целочисленное</u>					
21	\$B\$1	x1=	4,499999977	4,499999977	Продолжить					
22	\$B\$2	x2=	0,500000024	0,500000024	Продолжить					
23										
24										
25	Ограничения									
26	<u>Ячейка</u>	<u>Имя</u>	<u>Значение ячейки</u>	<u>Формула</u>	<u>Состояние</u>	<u>Допуск</u>				
27	\$B\$4	g1=	5	\$B\$4<=\$D\$4	Привязка	0				
28										

а) отчет о результатах

	A	B	C	D	E	F
1	Microsoft Excel 16.0 Отчет об устойчивости					
2	Лист: [Задача с 1 огр из лк проекц град.xlsx]Лист2					
3	Отчет создан: 03.07.2020 21:07:28					
4						
5						
6	Ячейки переменных					
7			Окончательное	Приведенн.		
8	Ячейка	Имя	Значение	Градиент		
9	\$B\$1	x1=	4,499999977	0		
10	\$B\$2	x2=	0,500000024	0		
11						
12	Ограничения					
13			Окончательное	Лагранжа		
14	Ячейка	Имя	Значение	Множитель		
15	\$B\$4	g1=	5	-2,999991019		
16						

б) отчет о пределах

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Microsoft Excel 16.0 Отчет о пределах										
2	Лист: [Задача с 1 огр из лк проекц град.xlsx]Лист2										
3	Отчет создан: 03.07.2020 21:07:28										
4											
5											
6	Целевая функция										
7	Ячейка	Имя	Значение								
8	\$B\$3	f(x1,x2)=	4,5								
9											
10											
11	Переменная			Нижний	Целевая функция	Верхний	Целевая функция				
12	Ячейка	Имя	Значение	Предел	Результат	Предел	Результат				
13	\$B\$1	x1=	4,5	0	38,24999993	4,5	4,5				
14	\$B\$2	x2=	0,5	0	6,25000007	0,5	4,5				
15											

в) отчет об устойчивости

Рис. 3. Результаты решения задачи выпуклого программирования с помощью надстройки «Поиск решения»

Отчет студента по лабораторной работе №6 должен содержать:

- задание;
- математическую модель задачи;
функцию Лагранжа и условия Куна-Таккера в дифференциальной форме;
- результаты двух, трех итераций метода проекции градиента, выполненные без использования специализированных программных средств;
- найденное с помощью надстройки Excel «Поиск решения» оптимальный план производства продукции;

- анализ отчетов, полученных с помощью табличного процессора Excel о результатах, пределах и устойчивости.

Лабораторная работа №7 (варианты 1-5)

Графическое решение задачи линейного программирования. Исследование на чувствительность.

В следующих словесно сформулированных задачах требуется:

1) составить математическую модель, записав соответствующую задачу линейного программирования (указать смысл всех используемых обозначений и соотношений);

2) изобразить графически множество допустимых планов. Записать систему уравнений, порождаемую системой ограничений-неравенств. Составить таблицу соответствия допустимых базисных решений и вершин многоугольника допустимых планов;

3) найти графическим методом с использованием карандаша и линейки или он-лайн сервиса <http://matematikam.ru/calculate-online/grafik.php> оптимальный план выпуска продукции. По заданию преподавателя провести исследование на чувствительность оптимального решения к вариациям одного из параметров задачи;

Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- задание;
- описание математической модели задачи линейного программирования;
- графическое решение и анализ модели на чувствительность;

Задача 1

Озеро можно заселить двумя видами рыб: А и В. Средняя масса рыбы вида А равна 2 кг, а вида В — 1 кг. В озере имеется два вида пищи: Р1 и Р2. Средние потребности одной рыбы вида А составляют 1 ед. корма Р1 и 3 ед. корма Р2 в день. Аналогичные потребности для рыбы вида В составляют 2 ед. и 1 ед. Ежедневный запас пищи поддерживается на уровне 500 ед. Р1 и 900 ед. Р2. Как следует заселить озеро рыбами, чтобы максимизировать общую массу рыб?

Задача 2

Имеется два вида кормов А и В, которые можно купить по ценам 80 и 100 руб. за 1 кг. В одном килограмме корма А содержится 50 г питательного вещества М и 100 г питательного вещества N. Для корма В соответствующие цифры составляют 100 г и 50 г. Сколько требуется закупить кормов А и В, чтобы общее количество питательных веществ М и N составляло не менее 4 кг и 5 кг соответственно, а расход был минимальным? Вычислите минимальный расход.

Задача 3

Фабрика по производству мороженого может выпускать два сорта мороженого: молочное и сливочное. При производстве мороженого используют три вида сырья: молоко, дешевые наполнители и дорогие наполнители, запасы которых составляют 3,2, 3,5 и 7 т соответственно. Известны удельные затраты сырья для каждого из сортов и цены готовой продукции. Для молочного мороженого затраты составляют 0,5, 0,1 и 0,4 кг на 1 кг мороженого, а для сливочного — 0,2, 0,3 и 0,5 кг на 1 кг мороженого. Цена молочного мороженого составляет 200 руб. за 1 кг, а сливочного — 300 руб. за 1 кг. Требуется построить план производства, который обеспечивает максимум дохода, и вычислить максимальный доход.

Задача 4

Строительная фирма организовала выпуск деревянных домов двух видов А и В. Для производства первой партии домов фирма приобрела брус — на 100 тыс. усл. ед., вагонку — на 150 тыс. усл. ед. и обрезную доску — на 160 тыс. усл. ед. На постройку дома вида А требуется бруса на 1 тыс. усл. ед. и вагонки на 3 тыс. усл. ед., а на постройку дома вида В бруса на 2 тыс. усл. ед., вагонки на 1 тыс. усл. ед. и обрезной доски на 4 тыс. усл. ед. Фирма планирует продажу домов вида А по цене 10 тыс. усл. ед., а вида В — по цене на 30 тыс. усл. ед. Определите оптимальный план выпуска домов и прибыль от их реализации.

Задача 5

На трех станках обрабатываются детали двух видов: А и В, причем каждая деталь проходит обработку на всех станках. Известно время обработки детали на каждом станке, время работы станков в течение одного цикла производства и прибыль от продажи одной детали каждого вида. Данные приведены в таблице. Составьте план производства, обеспечивающий наибольшую прибыль.

Станки	Время обработки детали		Время работы станка за 1 цикл
	А	В	
I	1	2	16
II	1	1	10
III	3	1	24
Прибыль на 1 деталь, усл. ед.	4	2	

Лабораторной работе №7 (варианты 6-17)

Графическое решение задачи линейного программирования. Исследование на чувствительность.

В следующих задачах требуется:

- 1) указать смысл всех используемых обозначений и соотношений;
- 2) изобразить графически множество допустимых планов. Записать систему

уравнений, порождаемую системой ограничений-неравенств. Составить таблицу соответствия допустимых базисных решений и вершин многоугольника допустимых планов;

3) найти графическим методом с помощью карандаша и линейки или использованием онлайн сервиса <http://matematikam.ru/calculate-online/grafik.php> оптимальный план выпуска продукции. По заданию преподавателя провести исследование на чувствительность оптимального решения к вариациям одного из параметров задачи.

Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- задание;
- описание математической модели задачи линейного программирования;
- графическое решение и анализ модели на чувствительность.

Вариант 6

Необходимо найти максимальное значение целевой функции $F = x_1 - 2x_2 \rightarrow \max$, при системе ограничений:

$$5x_1 + 3x_2 \geq 30, \quad (1)$$

$$x_1 - x_2 \leq 3, \quad (2)$$

$$-3x_1 + 5x_2 \leq 15, \quad (3)$$

$$x_1 \geq 0, \quad (4)$$

$$x_2 \geq 0. \quad (5)$$

Вариант 7

Необходимо найти минимальное значение целевой функции $F = x_1 - 2x_2 \rightarrow \min$, при системе ограничений:

$$5x_1 + 3x_2 \geq 30, \quad (1)$$

$$x_1 - x_2 \leq 3, \quad (2)$$

$$-3x_1 + 5x_2 \leq 15, \quad (3)$$

$$x_1 \geq 0, \quad (4)$$

$$x_2 \geq 0. \quad (5)$$

Вариант 8

Необходимо найти минимальное значение целевой функции $F = -4x_1 - x_2 + 26 \rightarrow \min$, при системе ограничений:

$$3x_1 - 2x_2 \leq 6, \quad (1)$$

$$-x_1 + 2x_2 \leq 2, \quad (2)$$

$$x_1 \geq 0, \quad (3)$$

$$x_2 \geq 0, \quad (4)$$

Вариант 9

Необходимо найти максимальное значение целевой функции

$F = -4x_1 - x_2 + 26 \rightarrow \max$, при системе ограничений:

$$3x_1 - 2x_2 \leq 6, \quad (1)$$

$$-x_1 + 2x_2 \leq 2, \quad (2)$$

$$x_1 \geq 0, \quad (3)$$

$$x_2 \geq 0. \quad (4)$$

Вариант 10

Необходимо найти максимальное значение целевой функции

$F = -x_1 + x_2 \rightarrow \max$, при системе ограничений:

$$x_1 + x_2 \leq 1, \quad (1)$$

$$x_1 - 4x_2 \geq -2, \quad (2)$$

$$x_2 \geq 0. \quad (3)$$

Вариант 11

Необходимо найти минимальное значение целевой функции

$F = -x_1 + x_2 \rightarrow \min$, при системе ограничений:

$$x_1 + x_2 \leq 1, \quad (1)$$

$$x_1 - 4x_2 \geq -2, \quad (2)$$

$$x_2 \geq 0. \quad (3)$$

Вариант 12

Необходимо найти минимальное значение целевой функции

$F = 2x_1 - x_2 \rightarrow \min$, при системе ограничений:

$$x_1 \leq 3, \quad (1)$$

$$x_1 \geq -1, \quad (2)$$

$$-2x_1 - 3x_2 \leq 6, \quad (3)$$

$$-x_1 + 2x_2 \leq 6. \quad (4)$$

Вариант 13

Необходимо найти максимальное значение целевой функции

$F = 2x_1 - x_2 \rightarrow \max$, при системе ограничений:

$$x_1 \leq 3, \quad (1)$$

$$x_1 \geq -1, \quad (2)$$

$$-2x_1 - 3x_2 \leq 6, \quad (3)$$

$$-x_1 + 2x_2 \leq 6. \quad (4)$$

Вариант 14

Необходимо найти максимальное значение целевой функции

$F = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$, при системе ограничений:

$$x_1 + 2x_2 \leq 6, \quad (1)$$

$$2x_1 + x_2 \leq 8, \quad (2)$$

$$x_2 \leq 2, \quad (3)$$

$$x_1 \geq 0, \quad (4)$$

$$x_2 \geq 0. \quad (5)$$

Вариант 15

Необходимо найти минимальное значение целевой функции

$F = x_1 + 2x_2 \rightarrow \min$, при системе ограничений:

$$x_1 + 2x_2 \leq 6, \quad (1)$$

$$2x_1 + x_2 \leq 8, \quad (2)$$

$$x_2 \leq 2, \quad (3)$$

$$x_1 \geq 0, \quad (4)$$

$$x_2 \geq 0. \quad (5)$$

Вариант 16

Необходимо найти максимальное значение целевой функции

$F = x_1 + x_2 \rightarrow \max$, при системе ограничений:

$$x_1 - 2x_2 \leq 30, \quad (1)$$

$$5x_1 - x_2 \leq 25, \quad (2)$$

$$x_1 \geq 0, \quad (3)$$

$$x_2 \geq 0. \quad (4)$$

Вариант 17

Необходимо найти минимальное значение целевой функции

$F = x_1 + x_2 \rightarrow \min$, при системе ограничений:

$$x_1 - 2x_2 \leq 30, \quad (1)$$

$$5x_1 - x_2 \leq 25, \quad (2)$$

$$x_1 \geq 0, \quad (3)$$

$$x_2 \geq 0. \quad (4)$$

Лабораторная работа №8

Решение задачи линейного программирования симплекс-методом.

В следующих словесно сформулированных задачах требуется:

- 1) составить математическую модель, записав соответствующую задачу линейного программирования (указать смысл всех используемых обозначений и соотношений);
- 2) для построения первого опорного плана систему неравенств привести к системе уравнений путем введения дополнительных переменных (*переход к стандартной форме*).
- 3) заполнить симплекс-таблицу проведя необходимое количество итераций и найти оптимальный план задачи;

При решении задачи использовать графическое изображение области допустимых

решений (ОДР), полученное ранее.

Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- задание;
- описание математической модели задачи линейного программирования;
- результаты аналитического решения задачи симплекс-методом.

Задача 1

Озеро можно заселить двумя видами рыб: А и В. Средняя масса рыбы вида А равна 2 кг, а вида В — 1 кг. В озере имеется два вида пищи: Р1 и Р2. Средние потребности одной рыбы вида А составляют 1 ед. корма Р1 и 3 ед. корма Р2 в день. Аналогичные потребности для рыбы вида В составляют 2 ед. и 1 ед. Ежедневный запас пищи поддерживается на уровне 500 ед. Р1 и 900 ед. Р2. Как следует заселить озеро рыбами, чтобы максимизировать общую массу рыб?

Задача 2

Имеется два вида кормов А и В, которые можно купить по ценам 80 и 100 руб. за 1 кг. В одном килограмме корма А содержится 50 г питательного вещества М и 100 г питательного вещества N. Для корма В соответствующие цифры составляют 100 г и 50 г. Сколько требуется закупить кормов А и В, чтобы общее количество питательных веществ М и N составляло не менее 4 кг и 5 кг соответственно, а расход был минимальным? Вычислите минимальный расход.

Задача 3

Фабрика по производству мороженого может выпускать два сорта мороженого: молочное и сливочное. При производстве мороженого используют три вида сырья: молоко, дешевые наполнители и дорогие наполнители, запасы которых составляют 3,2, 3,5 и 7 т соответственно. Известны удельные затраты сырья для каждого из сортов и цены готовой продукции. Для молочного мороженого затраты составляют 0,5, 0,1 и 0,4 кг на 1 кг мороженого, а для сливочного — 0,2, 0,3 и 0,5 кг на 1 кг мороженого. Цена молочного мороженого составляет 200 руб. за 1 кг, а сливочного — 300 руб. за 1 кг. Требуется построить план производства, который обеспечивает максимум дохода, и вычислить максимальный доход.

Задача 4

Строительная фирма организовала выпуск деревянных домов двух видов А и В. Для производства первой партии домов фирма приобрела брус — на 100 тыс. усл. ед., вагонку — на 150 тыс. усл. ед. и обрешечивающую доску — на 160 тыс. усл. ед. На постройку дома вида А требуется бруса на 1 тыс. усл. ед. и вагонки на 3 тыс. усл.

ед., а на постройку дома вида В бруса на 2 тыс. усл. ед., вагонки на 1 тыс. усл. ед. и обрезной доски на 4 тыс. усл. ед. Фирма планирует продажу домов вида А по цене 10 тыс. усл. ед., а вида В — по цене на 30 тыс. усл. ед. Определите оптимальный план выпуска домов и прибыль от их реализации.

Задача 5

На трех станках обрабатываются детали двух видов: А и В, причем каждая деталь проходит обработку на всех станках. Известно время обработки детали на каждом станке, время работы станков в течение одного цикла производства и прибыль от продажи одной детали каждого вида. Данные приведены в таблице. Составьте план производства, обеспечивающий наибольшую прибыль.

Станки	Время обработки детали		Время работы станка за 1 цикл
	А	В	
I	1	2	16
II	1	1	10
III	3	1	24
Прибыль на 1 деталь, усл. ед.	4	2	

Блок Д. Задания для использования в рамках промежуточной аттестации

Д1. Перечень экзаменационных вопросов

7. Классификация методов одномерной оптимизации нулевого и первого порядков. Унимодальные функции.
8. Метод дихотомии.
9. Метод золотого сечения.
10. Метод Фибоначчи.
11. Необходимые и достаточные условия существования экстремумов функции нескольких переменных.
12. Метод Ньютона поиска стационарных точек функции нескольких переменных.
13. Градиентные методы поиска точек безусловного экстремума функции.
14. Постановка классической задачи математического программирования.
15. Метод множителей Лагранжа.
16. Признаки условного локального экстремума. Необходимое условие первого порядка.
17. Условие Якоби.
18. Стандартный и унифицированный виды задачи на экстремум.
19. Необходимые признаки локального экстремума.
20. Условия Куна-Таккера в градиентной форме.
21. Условия Куна-Таккера в алгебраической форме.

22. Выпуклые множества. Выпуклые и вогнутые функции.
23. Условия регулярности Слейтера.
24. Необходимые и достаточные условия оптимальности в выпуклом программировании.
25. Седловая точка функции Лагранжа.
26. Теорема Куна-Таккера о седловой точке.
27. Двойственные задачи нелинейного программирования. Экономическая интерпретация.
28. Численные методы решения задач нелинейного программирования.
29. Классификация задач линейного программирования.
30. Графический метод решения и анализа на устойчивость задач линейного программирования.

Д2. Экзаменационные задачи

Задача 1.

Найти точку экстремума функции методом золотого сечения.

Точку экстремума искать в интервале L_0 . Шаг приращения l_0 . Ошибка ε .

Выполнить вручную не менее трех итераций.

	Исследуемая функция	Тип экстремума	Интервал поиска	Шаг приращения	Ошибка
28.	$f(x) = x^2 + 2x - 6$	min	$L_0 = [-4, 4]$	$l_0 = 0.8$	$\varepsilon = 0.2$

Задача 2.

Найти точку экстремума функции методом дихотомии.

Точку экстремума искать в интервале L_0 . Шаг приращения l_0 . Ошибка ε .

Выполнить вручную не менее трех итераций.

	Исследуемая функция	Тип экстремума	Интервал поиска	Шаг приращения	Ошибка
29.	$f(x) = x^2 + 2x - 6$	min	$L_0 = [-4, 4]$	$l_0 = 0.8$	$\varepsilon = 0.2$

Задача 3.

Необходимо:

1. исследовать необходимые условия экстремума функции

$$f(X) = x_1^2 - 4x_1 + 2x_2^2 + 2x_2$$

и найти её стационарные точки;

2. проверить выполнение достаточных условий экстремума функции во всех стационарных точках;
3. определить характер экстремума функции;
4. при несоблюдении достаточных условий экстремума проверить функции на наличие седловой точки.

Задача 4.

Найти безусловный экстремум функции $f(X) = x_1^2 - 4x_1 + 2x_2^2 + 2x_2$, используя метод Ньютона. При решении задачи задать начальную точку $X^0 = (0, 0)$, ошибку $\varepsilon = 0.1$.

Необходимо:

- для проверки необходимых условий существования экстремума функции составить систему уравнений её частных производных по всем переменным и приравнять их нулю;
- решить полученную систему уравнений и найти все точки подозрительные на экстремум;
- для всех точек подозрительных на экстремум проверить достаточные условия локального экстремума, проанализировав знакоопределенность матрицы Гессе.

методом Ньютона сделать итерацию и зафиксировать результат

Задача 5.

Найти безусловный экстремум функции $f(X) = 2x_1 + 8x_2 - x_1^2 - 2x_2^2$, используя метод градиентного спуска с постоянным шагом. При решении задачи задать начальную точку $X^0 = (0, 0)$, ошибку $\varepsilon = 0.1$ и предельное число итераций $M = 3$.

Необходимо:

- для проверки необходимых условий существования экстремума функции составить систему уравнений её частных производных по всем переменным и приравнять их нулю;
- решить полученную систему уравнений и найти все точки подозрительные на экстремум;
- для всех точек подозрительных на экстремум проверить достаточные условия локального экстремума, проанализировав знакоопределенность матрицы Гессе и определить характер экстремума (max или min);
- методом градиентного спуска с постоянным шагом сделать 3 итерации и зафиксировать результат.

РАЗДЕЛ 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Балльно-рейтинговая система является базовой системой оценивания сформированности компетенций обучающихся очной формы обучения.

Итоговая оценка сформированности компетенции(й) обучающихся в рамках балльно-рейтинговой системы осуществляется в ходе текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и определяется как сумма баллов, полученных обучающимися в результате прохождения всех форм контроля.

Оценка сформированности компетенции(й) по дисциплине складывается из двух составляющих:

- ✓ первая составляющая – оценка преподавателем сформированности компетенции(й) в течение семестра в ходе текущего контроля успеваемости (максимум 100 баллов). Структура первой составляющей определяется технологической картой дисциплины, которая в начале семестра доводится до сведения обучающихся;
- ✓ вторая составляющая – оценка сформированности компетенции(й) обучающихся на экзамене (максимум – 30 баллов).

уровни освоения компетенций	продвинутый уровень	базовый уровень	пороговый уровень	допороговый уровень
100 – балльная шкала	85 и \geq	70 – 84	51 – 69	0 – 50
4 – балльная шкала	«отлично»	«хорошо»	«удовлетворительно»	«неудовлетворительно»

Шкала оценок при текущем контроле успеваемости по различным показателям

<i>Показатели оценивания сформированности компетенций</i>	<i>Баллы</i>	<i>Оценка</i>
Устный опрос	0-10	«неудовлетворительно» «удовлетворительно» «хорошо» «отлично»
Выполнение практических заданий	0-15	«неудовлетворительно» «удовлетворительно» «хорошо» «отлично»
Выполнение письменной контрольной работы	0-30	«неудовлетворительно» «удовлетворительно» «хорошо» «отлично»
Выполнение лабораторной работы	0-20	«неудовлетворительно» «удовлетворительно» «хорошо» «отлично»

**Соответствие критериев оценивания уровню освоения компетенций
по текущему контролю успеваемости**

<i>Баллы</i>	<i>Оценка</i>	<i>Уровень освоения компетенций</i>	<i>Критерии оценивания</i>
0-50	«неудовлетворительно»	Допороговый уровень	Обучающийся не приобрел знания, умения и не владеет компетенциями в объеме, закрепленном рабочей программой дисциплины
51-69	«удовлетворительно»	Пороговый уровень	Не менее 50% заданий, подлежащих текущему контролю успеваемости, выполнены без существенных ошибок
70-84	«хорошо»	Базовый уровень	Обучающимся выполнено не менее 75% заданий, подлежащих текущему контролю успеваемости, или при выполнении всех заданий допущены незначительные ошибки; обучающийся показал владение навыками систематизации материала и применения его при решении практических заданий; задания выполнены без ошибок
85-100	«отлично»	Продвинутый уровень	100% заданий, подлежащих текущему контролю успеваемости, выполнены самостоятельно и в требуемом объеме; обучающийся проявляет умение обобщать, систематизировать материал и применять его при решении практических заданий; задания выполнены с подробными пояснениями и аргументированными выводами

Шкала оценок по промежуточной аттестации

<i>Наименование формы промежуточной аттестации</i>	<i>Баллы</i>	<i>Оценка</i>
Экзамен	0-30	«неудовлетворительно» «удовлетворительно» «хорошо» «отлично»

**Соответствие критериев оценивания уровню освоения компетенций
по промежуточной аттестации обучающихся**

<i>Баллы</i>	<i>Оценка</i>	<i>Уровень освоения компетенций</i>	<i>Критерии оценивания</i>
0-9	«неудовлетворительно»	Допороговый уровень	Обучающийся не приобрел знания, умения и не владеет компетенциями в объеме, закрепленном рабочей программой дисциплины; обучающийся не смог ответить на вопросы

10-16	«удовлетворительно»	Пороговый уровень	Обучающийся дал неполные ответы на вопросы, с недостаточной аргументацией, практические задания выполнены не полностью, компетенции, осваиваемые в процессе изучения дисциплины сформированы не в полном объеме.
17-23	«хорошо»	Базовый уровень	Обучающийся в целом приобрел знания и умения в рамках осваиваемых в процессе обучения по дисциплине компетенций; обучающийся ответил на все вопросы, точно дал определения и понятия, но затрудняется подтвердить теоретические положения практическими примерами; обучающийся показал хорошие знания по предмету, владение навыками систематизации материала и полностью выполнил практические задания
25-30	«отлично»	Продвинутый уровень	Обучающийся приобрел знания, умения и навыки в полном объеме, закрепленном рабочей программой дисциплины; терминологический аппарат использован правильно; ответы полные, обстоятельные, аргументированные, подтверждены конкретными примерами; обучающийся проявляет умение обобщать, систематизировать материал и выполняет практические задания с подробными пояснениями и аргументированными выводами

РАЗДЕЛ 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующие этапы формирования компетенций

Контрольная работа оформляется обучающимися в письменном виде и сдается преподавателю в электронной форме с помощью системы дистанционного обучения «Прометей», входящей в состав электронной информационно-образовательной среды Дагестанского государственного университета народного хозяйства.

На выполнение контрольной работы отводится 60-80 минут. Контрольная работа должна быть выполнена студентом самостоятельно.

Методика оценивания письменных контрольных работ

<i>Баллы</i>	<i>Оценка</i>	<i>Показатели</i>	<i>Критерии</i>
25-30	«отлично»	Полнота данных ответов; Правильность ответов на вопросы.	Полно и аргументировано даны ответы по содержанию задания. Обнаружено понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры. Изложение материала последовательно и правильно.
19-24	«хорошо»		Студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.
15-18	«удовлетворительно»		Студент обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но: 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.
0-14	«неудовлетворительно»		Студент обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

Устный опрос проводится в первые 15 минут занятий семинарского типа в формате обсуждения с названными преподавателем студентами. Остальные обучающиеся вправе дополнить или уточнить ответ по своему желанию (соблюдая очередность ответа). Основной темой для опроса являются вопросы для обсуждения, соответствующие теме предыдущей лекции, но преподаватель может уточнять задаваемый вопрос, задавать наводящие вопросы или сужать вопрос до отдельного аспекта обсуждаемой темы.

Методика оценивания ответов на устные вопросы

<i>Баллы</i>	<i>Оценка</i>	<i>Показатели</i>	<i>Критерии</i>
9-10	«отлично»	Полнота данных ответов; Правильность ответов на вопросы.	Полно и аргументировано даны ответы по содержанию задания. Обнаружено понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры. Изложение материала последовательно и правильно.
7-8	«хорошо»		Студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.
5-6	«удовлетворительно»		Студент обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но: 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.
0-4	«неудовлетворительно»		Студент обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

Практические задания выполняются непосредственно во время занятий семинарского типа (одно задание на одну пару согласно текущей тематике занятия). Студенты должны выполнять задание самостоятельно, но имеют возможность обратиться к преподавателю за разъяснениями постановки задачи или оценкой правильности представленного решения. Если преподаватель вынужден разъяснять аспекты непосредственного выполнения задания, то это негативно отражается на оценке выполняющего задание студента.

Методика оценивания выполнения практических заданий

<i>Баллы</i>	<i>Оценка</i>	<i>Показатели</i>	<i>Критерии</i>
13-15	«отлично»	Полнота выполнения практического задания; Своевременность выполнения задания; Самостоятельность решения.	Основные требования к выполнению задания выполнены. Продемонстрировано умение анализировать ситуацию и находить оптимальное количество решений, умение работать с информацией, в том числе умение затребовать дополнительную информацию, необходимую для достижения поставленной цели
10-12	«хорошо»		Основные требования к выполнению задания реализованы, но при этом допущены недочеты. В частности, недостаточно раскрыты навыки критического оценивания различных точек зрения, осуществление самоанализа, самоконтроля и самооценки, креативности, нестандартности

		предлагаемых решений
6-9	«удовлетворительно»	Имеются существенные отступления от выполнения работы. В частности, отсутствуют навыки умения моделировать решения в соответствии с заданием, представлять различные подходы к разработке планов действий, ориентированных на конечный результат
0-5	«неудовлетворительно»	Задача выполнения работы не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы

Лабораторные работы выполняются в специализированной аудитории во время лабораторных занятий. Предусмотрено выполнение одной лабораторной работы в течение одного занятия согласно текущей тематике. Студенты должны выполнять задание самостоятельно, но имеют возможность обратиться к преподавателю за разъяснениями постановки задачи или оценкой правильности полученного результата. Если преподаватель вынужден разъяснять аспекты непосредственного выполнения шагов лабораторной работы, то это негативно отражается на оценке выполняющего задание студента.

Методика оценивания выполнения лабораторных работ

<i>Баллы</i>	<i>Оценка</i>	<i>Показатели</i>	<i>Критерии</i>
18-20	«отлично»	Полнота выполнения задания лабораторной работы; Своевременность выполнения задания лабораторной работы; Самостоятельность решения.	Основные требования к выполнению задания лабораторной работы выполнены. Продемонстрировано умение анализировать ситуацию и находить оптимальное количества решений, умение работать с информацией, в том числе умение затребовать дополнительную информацию, необходимую для достижения поставленной цели
14-17	«хорошо»		Основные требования к выполнению задания лабораторной работы реализованы, но при этом допущены недочеты. В частности, недостаточно раскрыты навыки критического оценивания различных точек зрения, осуществление самоанализа, самоконтроля и самооценки, креативности, нестандартности предлагаемых решений
11-13	«удовлетворительно»		Имеются существенные отступления от выполнения лабораторной работы. В частности, отсутствуют навыки умения моделировать решения в соответствии с заданием, представлять различные подходы к разработке планов действий, ориентированных на конечный результат
0-10	«неудовлетворительно»		Шаги выполнения лабораторной работы не выполнены, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о промежуточной аттестации знаний студентов и учащихся ДГУНХ.

Аттестационные испытания проводятся преподавателем, ведущим лекционные занятия по данной дисциплине, или преподавателями, ведущими практические и лабораторные занятия (кроме устного экзамена). Присутствие посторонних лиц в ходе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора по учебной работе не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением по кафедре (структурному подразделению).

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Во время аттестационных испытаний обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя справочной и нормативной литературой, непрограммируемыми калькуляторами.

Лист актуализации оценочных материалов по дисциплине «Моделирование экономических процессов и систем»

Оценочные материалы пересмотрены,
обсуждены и одобрены на заседании кафедры

Протокол от «24» сентября 2020 г. № 2
Зав. кафедрой [подпись] Рагматов К. А.