

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»**

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Декан экономического
факультета

профессор К. Э. Тюпаков
23 мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Исследование операций

(Адаптированная рабочая программа для лиц с ограниченными возможностями
здоровья и инвалидов, обучающихся по адаптированным основным
профессиональным образовательным программам высшего образования)

Специальность

38.05.01 Экономическая безопасность

Специализация

«Экономико-правовое обеспечение экономической безопасности»

Уровень высшего образования
специалитет

Форма обучения
очная и заочная

Краснодар
2022

Рабочая программа дисциплины «Исследование операций» разработана на основе ФГОС ВО 38.05.01 Экономическая безопасность, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ 16 января 2017 г. № 20.

Автор
канд. экон. наук, доцент



В. В. Осенний

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры экономической кибернетики от 24.04.2023 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой
д-р экон. наук, профессор



А. Г. Бурда

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии экономического факультета, протокол от 10.05.2023, протокол №11

Председатель
методической комиссии
д-р экон. наук, профессор



А. В. Толмачев

Руководитель
основной профессиональной
образовательной программы
д-р экон. наук, профессор



А. Б. Мельников

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Исследование операций» является формирование общекультурных и профессиональных компетенций, определяющих способность специалиста владеть основными методами исследования операций, способами и средствами сбора данных, их систематизации и последующего анализа, уметь логически верно и аргументировано обосновывать выбор метода исследования, построения и компьютерной реализации математической модели, интерпретировать полученный при моделировании результат.

Задачи дисциплины

— изучение значения математических методов и моделей в формировании экономических знаний, в развитии российской и мировой экономики;

— изучение особенностей математического описания экономических явлений и процессов;

— изучение основных математических методов и моделей, используемых в экономике;

— овладение основными методами, способами и средствами получения, систематизации и анализа количественных данных с использованием математического моделирования, в том числе и с помощью современных компьютерных пакетов программ;

— выработка умения принятия оптимальных управленческих решений на основе построенной математической модели.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

ПК-20 —способность соблюдать в профессиональной деятельности требования, установленные нормативными правовыми актами в области защиты государственной тайны и информационной безопасности, обеспечивать соблюдение режима секретности;

ПК-30 —способность строить стандартные теоретические и эконометрические модели, необходимые для решения профессиональных задач, анализировать и интерпретировать полученные результаты.

3 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

«Исследование операций» является дисциплиной вариативной части ОПОП ВО подготовки обучающихся по специальности 38.05.01 Экономическая безопасность, специализация «Экономико-правовое обеспечение экономической безопасности».

4 Объем дисциплины (72 часа, 2 зачетных единицы)

Виды учебной работы	Объем, часов	
	Очная	Заочная
Контактная работа	55	11
в том числе:		
— аудиторная по видам учебных занятий	54	10
— лекции	20	4
— лабораторные	34	6
— внеаудиторная	1	1
— зачет	1	1
Самостоятельная работа	17	61
Итого по дисциплине	72	72
в том числе в форме практической подготовки	-	-

5 Содержание дисциплины

По итогам изучаемой дисциплины обучающиеся сдают зачет.

Дисциплина изучается на 3 курсе, в 5 семестре очной формы обучения, на 3 курсе, в 5 семестре заочной формы обучения.

Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				
				Лекции	в том числе в форме практической подготовки	Лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки	Самостоятельная работа
1	Моделирование организационных систем –	ПК-20 ПК-30	5	2	-	-	-	1

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				
				Лек ции	в том числе в форме практи- ческой подго- товки	Лабор аторн ые заняти я	в том числе в форме практи- ческой подго- товки	Сам осто ятел ьная рабо та
	исследование операций. Общая характеристика исследования операций. Основы теории принятия решений. Типичные классы задач исследования операций.							
2	Общая характеристика методов оптимизации. Круг задач и методов математического программирования. Выпуклые и невыпуклые задачи. Динамические задачи и экстремальные задачи на сетях. Дискретные задачи.	ПК-20 ПК-30	5	2	-	4	-	2
3	Методы линейного программирования. Основные понятия и определения. Общая задача линейного программирования. Общая характеристика оптимизационных методов	ПК-20 ПК-30	5	2	-	4	-	2
4	Симплекс-метод. Идея метода. Геометрическая интерпретация симплекс-метода. Построение опорного плана. Построение оптимального плана	ПК-20 ПК-30	5	2	-	4	-	2
5	Искусственный базис и двойственность в линейном программировании. Задачи с искусственными переменными. Двойственные задачи линейного программирования и двойственные оценки	ПК-20 ПК-30	5	2	-	6	-	2
6	Транспортная задача. Постановка и формализация	ПК-20 ПК-30	5	4	-	6	-	2

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				
				Лек ции	в том числе в форме практи- ческой подго- товки	Лабор аторн ые заняти я	в том числе в форме практи- ческой подго- товки	Сам осто ятел ьная рабо та
	транспортной задачи. Базовая модель транспортной задачи. Открытые и закрытые модели транспортной задачи. Общие свойства методов решения транспортной задачи. Метод потенциалов. Решение транспортной задачи с дополнительными ограничениями							
7	Сетевое планирование и управление. Основы теории графов и сетевого планирования и управления. Сетевой граф и его характеристики. Правила построения сетевого графа. Временные параметры элементов сетевого графа.	ПК-20 ПК-30	5	2	-	6	-	2
8	Динамическое программирование. Общая характеристика метода. Задачи, решаемые методом динамического программирования.	ПК-20 ПК-30	5	2	-	2	-	2
9	Теория игр. Основные понятия теории игр. Игровые модели. Решение матричных игр в чистых стратегиях. Решение матричных игр в смешанных стратегиях.	ПК-20 ПК-30	5	2	-	2	-	2
Итого				20	-	34	-	17

Содержание и структура дисциплины по заочной форме обучения

№ п/ п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				
				Лек ции	в том числе в форме практи- ческой подго- товки	Лабора торные заняти я	в том числе в форме практи- ческой подго- товки	Сам осто ятел ьная рабо та
1	Моделирование организационных систем – исследование операций. Общая характеристика исследования операций. Основы теории принятия решений. Типичные классы задач исследования операций.	ПК-20 ПК-30	5	1	-	-	-	6
2	Общая характеристика методов оптимизации. Круг задач и методов математического программирования. Выпуклые и невыпуклые задачи. Динамические задачи и экстремальные задачи на сетях. Дискретные задачи.	ПК-20 ПК-30	5	1	-	2	-	6
3	Методы линейного программирования. Основные понятия и определения. Общая задача линейного программирования. Общая характеристика оптимизационных методов	ПК-20 ПК-30	5	1	-	2	-	7
4	Симплекс-метод. Идея метода. Геометрическая интерпретация симплекс-метода. Построение опорного плана. Построение оптимального плана	ПК-20 ПК-30	5	1	-	2	-	7
5	Искусственный базис и двойственность в линейном программировании. Задачи с искусственными переменными. Двойственные задачи линейного программирования и	ПК-20 ПК-30	5	-	-	-	-	7

№ п/ п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				
				Лек ции	в том числе в форме практи- ческой подго- товки	Лабора торные заняти я	в том числе в форме практи- ческой подго- товки	Сам осто ятел ьная рабо та
	двойственные оценки							
6	Транспортная задача. Постановка и формализация транспортной задачи. Базовая модель транспортной задачи. Открытые и закрытые модели транспортной задачи. Общие свойства методов решения транспортной задачи. Метод потенциалов. Решение транспортной задачи с дополнительными ограничениями	ПК-20 ПК-30	5	-	-	-	-	7
7	Сетевое планирование и управление. Основы теории графов и сетевого планирования и управления. Сетевой граф и его характеристики. Правила построения сетевого графа. Временные параметры элементов сетевого графа.	ПК-20 ПК-30	5	-	-	-	-	7
8	Динамическое программирование. Общая характеристика метода. Задачи, решаемые методом динамического программирования.	ПК-20 ПК-30	5	-	-	-	-	7
9	Теория игр. Основные понятия теории игр. Игровые модели. Решение матричных игр в чистых стратегиях. Решение матричных игр в смешанных стратегиях.	ПК-20 ПК-30	5	-	-	-	-	7
Итого				4	-	6	-	61

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания (для самостоятельной работы)

1. Исследование операций : метод. указания по выполнению контрольной работы для обучающихся специальности 38.05.01 Экономическая безопасность / В. В. Осенний, [и др]. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 17 с. – Режим доступа: https://edu.kubsau.ru/file.php/118/IO_metodichka_-_kontr_561214_v1_.PDF
2. Исследование операций : метод. указания по контактной и самостоятельной работе / В. В. Осенний, [и др]. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 27 с. – Режим доступа: https://edu.kubsau.ru/file.php/118/IO_metodichka_kont._i_srs_1_561215_v1_.PDF
3. Исследование операций: сб. задач / А. Г. Бурда, Г. П. Бурда; В.В. Осенний, И.В. Затонская – Краснодар, 2017. – 103 с.

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО

Номер семестра*	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
ПК-20 – способность соблюдать в профессиональной деятельности требования, установленные нормативными правовыми актами в области защиты государственной тайны и информационной безопасности, обеспечивать соблюдение режима секретности	
1	Экономическая информатика
5	<i>Исследование операций</i>
7	Информационная безопасность
8	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
А	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты
ПК-30 – способность строить стандартные теоретические и эконометрические модели, необходимые для решения профессиональных задач, анализировать и интерпретировать полученные результаты	
4	Эконометрика
5	<i>Исследование операций</i>
8	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
А	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворите льно (минимальный не достигнут)	удовлетвори- тельно (минимальный, пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
ПК-20 – способность соблюдать в профессиональной деятельности требования, установленные нормативными правовыми актами в области защиты государственной тайны и информационной безопасности, обеспечивать соблюдение режима секретности					
Знать: - отечественную и международную нормативную базу в соответствующей области знаний; - научную проблематику соответствующей области знаний; - требования к апробации новых алгоритмов. Уметь: - анализировать научную проблематику соответствующей области знаний; - разрабатывать рекомендации, методические материалы по направлению деятельности подразделения. Владеть: - анализ результатов работ соисполнителей, участвующих в выполнении работ с другими организациями; - разработка мероприятий по координации деятельности соисполнителей, участвующих в	Отсутствие знаний отечественной и международной нормативной базы в соответствующей области знаний, ее научной проблематики и требований к апробации новых алгоритмов. Отсутствие навыков умения анализа научную проблематику соответствующей области знаний, разработки рекомендации, методические материалы по направлению деятельности подразделения. Отсутствие навыков владения анализом результатов работ соисполнителей, участвующих в выполнении работ с другими организациями, разработки мероприятий по координации деятельности соисполнителей, участвующих в	Фрагментарные знания отечественной и международной нормативной базы в соответствующей области знаний, ее научной проблематики и требований к апробации новых алгоритмов. Несовершенные навыки умения анализа научную проблематику соответствующей области знаний, разработки рекомендации, методические материалы по направлению деятельности подразделения. Частичное владение анализом результатов работ соисполнителей, участвующих в выполнении работ с другими организациями, разработки мероприятий по координации	Знания с незначительными пробелами об отечественной и международной нормативной базе в соответствующей области знаний, ее научной проблематики и требований к апробации новых алгоритмов. Предельно необходимые навыки умения анализа научную проблематику соответствующей области знаний, разработки рекомендации, методические материалы по направлению деятельности подразделения. Полное владение анализом результатов работ соисполнителей, участвующих в выполнении работ с другими организациями, разработки	Систематическое знание об отечественной и международной нормативной базе в соответствующей области знаний, ее научной проблематики и требований к апробации новых алгоритмов. Систематические навыки умения анализа научную проблематику соответствующей области знаний, разработки рекомендации, методические материалы по направлению деятельности подразделения. Полное владение анализом результатов работ соисполнителей, участвующих в выполнении работ с другими организациями, разработки мероприятий по	Индивидуальное задание, тест, реферат, контрольная работа, вопросы и задания для проведения зачета

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворите льно (минимальный не достигнут)	удовлетвори- тельно (минимальный, пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
выполнении работ с другими организациями; - апробация разработанных алгоритмов и приемов отбора информации в целях ПОД/ФТ в организации.	работ с другими организациями, апробации разработанных алгоритмов и приемов отбора информации в целях ПОД/ФТ в организации.	деятельности соисполнителей, участвующих в выполнении работ с другими организациями, апробации разработанных алгоритмов и приемов отбора информации в целях ПОД/ФТ в организации.	мероприятий по координации деятельности соисполнителей, участвующих в выполнении работ с другими организациями, апробации разработанных алгоритмов и приемов отбора информации в целях ПОД/ФТ в организации.	координации деятельности соисполнителей, участвующих в выполнении работ с другими организациями, апробации разработанных алгоритмов и приемов отбора информации в целях ПОД/ФТ в организации.	
ПК-30 – способность строить стандартные теоретические и эконометрические модели, необходимые для решения профессиональных задач, анализировать и интерпретировать полученные результаты					
Знать: - проведение анализа новых направлений исследований в соответствующей области знаний; - обоснование перспектив проведения исследований в соответствующей области знаний; - формирование программ проведения исследований в новых направлениях	Не обладает знаниями о проведении анализа новых направлений исследований в соответствующей области знаний; – обосновании перспектив проведения исследований в соответствующей области знаний; – формировании программ проведения исследований в новых направлениях	Имеет поверхностные знания о проведении анализа новых направлений исследований в соответствующей области знаний; обосновании перспектив проведения исследований в соответствующей области знаний; формировании программ проведения исследований в новых направлениях	Обладает хорошими знаниями о проведении анализа новых направлений исследований в соответствующей области знаний; – обосновании и перспектив проведения исследований в соответствующей области знаний; – формировании программ проведения исследований в новых направлениях	Знает на высоком уровне о проведении анализа новых направлений исследований в соответствующей области знаний; – обосновании и перспектив проведения исследований в соответствующей области знаний; – формировании программ проведения исследований в новых направлениях	Индивидуальное задание, тест, реферат, контрольная работа, вопросы и задания для проведения зачета
Уметь: – применять актуальную	Не умеет применять актуальную нормативную	Умеет на низком уровне применять актуальную	Умеет на достаточном уровне применять	Умеет на высоком уровне применять	

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворите льно (минимальный не достигнут)	удовлетвори- тельно (минимальный, пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
нормативную документацию в соответствующей области знаний; – анализировать новую научную проблематику соответствующей области знаний; – применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок	документацию в соответствующей области знаний; анализировать новую научную проблематику соответствующей области знаний; применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок	нормативную документацию в соответствующей области знаний; анализировать новую научную проблематику соответствующей области знаний; применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок	актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; анализировать новую научную проблематику соответствующей области знаний; применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок	актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; анализировать новую научную проблематику соответствующей области знаний; применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок	
Владеть: – навыкам и сбора, обработки, анализа и обобщения передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований; – навыкам и определения источников информации сбора, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов	Не владеет навыками сбора, обработки, анализа и обобщения передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований; навыками определения источников информации сбора, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и	Слабо владеет навыками сбора, обработки, анализа и обобщения передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований; навыками определения источников информации сбора, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов	– Хорошо владеет навыками сбора, обработки, анализа и обобщения передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований; – навыками определения источников информации сбора, обработки, анализа и обобщения	Отлично владеет навыками сбора, обработки, анализа и обобщения передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований; навыками определения источников информации сбора, обработки, анализа и обобщения результатов	

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный не достигнут)	удовлетворительно (минимальный, пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
и исследований в соответствующей области знаний; – навыкам и подготовки предложений для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов.	исследований в соответствующей области знаний; навыками подготовки предложений для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов	и исследований в соответствующей области знаний; навыками подготовки предложений для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов	результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний; навыками подготовки предложений для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов	экспериментов и исследований в соответствующей области знаний; навыками подготовки предложений для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов	

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП ВО

Комплект индивидуальных заданий (приведены примеры)

Тема 1. Моделирование организационных систем – исследование операций.

Задание 1. Перечислите и поясните суть основных этапов исследования операций. Составьте их расширенную схему.

Задание 2. Предложите свою иллюстрационную форму для характеристики основных типов задач исследования операций.

Задание 3. Перечислите дисциплины экономико-математического цикла, которые Вы изучали, опишите их основные цели и задачи, отличительные особенности.

Задание 4. Опишите основные этапы развития исследования операций и экономико-математических методов в нашей стране.

Тема 2. Общая характеристика методов оптимизации.

Задание 1. Представьте в виде схемы основные классификации экономико-математических моделей.

Задание 2.Предложите свою иллюстрационную форму для характеристики основных типов задач исследования операций.

Задание 3.Перечислите дисциплины экономико-математического цикла, которые Вы изучали, опишите их основные цели и задачи, отличительные особенности.

Задание 4.Опишите основные этапы развития исследования операций и экономико-математических методов в нашей стране.

Тема 3. Методы линейного программирования.

Задание 1. Опишите условия, допускающие применение линейного программирования. Дайте математическую оценку возможных результатов решения задач линейного программирования.

Задание 2. Запишите структурную модель общей задачи линейного программирования, выделите основные признаки. Запишите каноническую форму задачи линейного программирования, подчеркните ее признаки.

Задание 3. Изобразите в виде схемы классификацию методов решения задач линейного программирования.

Тема 4. Симплекс-метод.

Задание 1.Изучите пример решения задачи симплекс-методом.

В хозяйстве намечено выращивать три культуры: ячмень, горох и сахарную свеклу. Для их возделывания выделяются следующие ресурсы: пашни – 1500 га, труда – 50 тыс. чел.-ч, производственных затрат – 32 млн руб. Нормы выхода продукции и нормативы затрат приведены в таблице 4.1.

Таблица 1 – Нормативы затрат и выхода продукции

Показатели	Ячмень	Горох	Сахарная свекла
Урожайность,ц/га	54	30	550
Затраты труда на 1 га, чел.-час.	20	35	300
Себестоимость, руб./ц	550	750	350
Прибыль на 1 га, тыс. руб.	18	20	15

Рассчитать площади посева с.-х. культур, обеспечивающие максимум прибыли.

1. Обозначение переменных

x_1 – площадь посева ячменя, га

x_2 – площадь посева гороха, га

x_3 – площадь посева сахарной свеклы, га

Составление системы ограничений и целевой функции

1) Ограничение по использованию пашни, га:

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq 1500$$

2) Ограничение по использованию трудовых ресурсов, чел.-ч.:
 $20x_1 + 35x_2 + 300x_3 \leq 50000$

3) Ограничение по производственным затратам, тыс. руб.:
 $(550 \times 54 / 1000)x_1 + (750 \times 30 / 1000)x_2 + (350 \times 550 / 1000)x_3 \leq 32000$

или

$29,7x_1 + 22,5x_2 + 192,5x_3 \leq 32000$

Целевая функция – прибыль, тыс. руб.

$C = 18x_1 + 20x_2 + 15x_3 \rightarrow \text{MAX}$

3. Приведение системы ограничений и целевой функции к каноническому виду

Обозначение дополнительных переменных:

x_4 – недоиспользование площади пашни, га,

x_5 – недоиспользование трудовых ресурсов, чел.-ч.,

x_6 – недоиспользование производственных затрат, руб.,

Система ограничений и целевая функция примут вид:

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1500$

$20x_1 + 35x_2 + 300x_3 + x_5 = 50000$

$29,7x_1 + 22,5x_2 + 192,5x_3 + x_6 = 32000$

$C = 18x_1 + 20x_2 + 15x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6 \rightarrow \text{MAX}$

4. Построение первой симплексной таблицы (опорного плана) и последовательное улучшение.

Таблица 2 – Первая симплексная таблица

C_j	X_j	B_i	18	20	15	0	0	0
			x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
0	x_4	1500	1	1	1	1	0	0
0	x_5	50000	20	35	300	0	1	0
0	x_6	32000	29,7	22,5	192,5	0	0	1
C		0	-18	-20	-15	0	0	0

1. Определение разрешающего столбца

В индексной строке наибольший абсолютный отрицательный коэффициент -20 , соответствует столбцу x_2 .

2. Определение разрешающей строки

Строка x_4 1500: $1 = 1500$

Строка x_5 50000: $35 \approx 1429$

Строка x_6 32000: $22,5 \approx 1422$

Минимальное отношение 1422 соответствует третьей строке. Переменная x_6 – выводится из базиса.

3. На пересечении строки x_6 и столбца x_2 находится **генеральный** (или разрешающий) элемент 22,5.

4. Расчет коэффициентов второй симплексной таблицы.

Таблица 3 – Определение базисных переменных и расчет коэффициентов начальной строки второй симплексной таблицы

C_i	x_i	B_i	18	20	15	0	0	0
			x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
0	x_4							
0	x_5							
20	x_2	1422,22	1,32	1	8,56	0	0	0,04
C								

$$\left[\begin{array}{c} \text{коэффициент} \\ \text{новой таблицы} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{соответствующи} \\ \text{коэффициент} \\ \text{предыдущей} \\ \text{таблицы} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{коэффициент,} \\ \text{противостоящий} \\ \text{в разреш. строке} \\ \text{пред. таблицы} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{коэффициент,} \\ \text{противостоящий} \\ \text{в начальной строке} \\ \text{новой таблицы} \end{array} \right]$$

Расчет коэффициентов столбца B_i :

$$1500 - 1 \times 1422,22 = 77,78;$$

$$50000 - 35 \times 1422,22 = 222,22;$$

$$0 - (-20) \times 1422,22 = 28444,44.$$

Расчет коэффициентов столбца x_1 :

$$1 - 1 \times 1,32 = -0,32$$

$$20 - 35 \times 1,32 = -26,2$$

$$-18 - (-20) \times 1,32 = 8,4$$

Расчет коэффициентов столбца x_2 :

$$1 - 1 \times 1 = 0$$

$$35 - 35 \times 1 = 0$$

$$-20 - (-20) \times 1 = 0$$

Расчет коэффициентов столбца x_3 :

$$1 - 1 \times 8,56 = -7,56$$

$$300 - 35 \times 8,56 = 0,56$$

$$-15 - (-20) \times 8,56 = 156,11$$

Таблица 4 – Расчет остальных коэффициентов второй симплексной таблицы

C_i	x_i	B_i	18	20	15	0	0	0
			x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
0	x_4	77,78	-0,32	0	-7,56	1	0	-0,04
0	x_5	222,22	-26,2	0	0,56	0	1	-1,56
20	x_2	1422,22	1,32	1	8,56	0	0	0,04
C		28444,44	8,4	0	156,11	0	0	0,89

Расчет коэффициентов столбца x_4 :

$$1 - 1 \times 0 = 1$$

$$0 - 35 \times 0 = 0$$

$$0 - (-20) \times 0 = 0$$

Расчет коэффициентов столбца x_5 :

$$0 - 1 \times 0 = 1$$

$$1 - 35 \times 0 = 0$$

$$0 - (-20) \times 0 = 0$$

Расчет коэффициентов столбца x_6 :

$$0 - 1 \times 0,04 = -0,04$$

$$0 - 35 \times 0,04 = -1,56$$

$$0 - (-20) \times 0,04 = 0,89$$

Ответ: $x_1 = 0$; $x_2 = 1422,22$; $x_3 = 0$; $x_4 = 77,78$; $x_5 = 222,22$; $x_6 = 0$; $C_{max} = 28444,44$.

Экономический анализ решения:

При данных условиях производства максимальный размер прибыли составит 28444,44 тыс. руб. Площадь посева целесообразно отводить под горох размером 1422,22 га. Другие культуры возделывать экономически нецелесообразно.

Задание 2. Решите математическую задачу симплекс-методом.

Вариант 1. $C = 230x_1 + 320x_2 + 350x_3 \rightarrow \max$

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq 60$$

$$30x_1 + 150x_2 + 100x_3 \leq 3000$$

$$9x_1 + 12x_2 + 15x_3 \leq 1200$$

Ответ: $x_1 = 42,86$, $x_3 = 17,14$, $C = 15857,14$

Вариант 2. $C = 15x_1 + 18x_2 + 15x_3 \rightarrow \max$

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq 4000$$

$$55x_1 + 110x_2 + 220x_3 \leq 242000$$

$$120x_1 + 60x_2 + 30x_3 \leq 60000$$

Ответ: $x_2 = 600$, $x_3 = 800$, $C = 22800$

Вариант 3. $C = 8x_1 + 3x_2 + x_3 \rightarrow \max$

$$2x_1 + 4x_2 + x_3 \leq 28$$

$$3x_1 - 2x_2 + x_3 \leq 36$$

$$6x_1 + x_2 + x_3 \leq 48$$

Ответ: $x_1 = 7,45$, $x_2 = 3,27$, $C = 69,45$

Вариант 4. $C = 5x_1 + x_2 + 3x_3 \rightarrow \max$
 $2x_1 - x_2 + 3x_3 \leq 16$
 $3x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 18$
 $-x_1 + 3x_2 + 4x_3 \leq 24$
 Ответ: $x_1 = 5,43, x_3 = 5,14, C = 32,29$

Вариант 5. $C = 8x_1 + 2x_2 + 6x_3 \rightarrow \max$
 $x_1 + x_2 + x_3 \leq 600$
 $2x_1 + 5x_2 + 4x_3 \leq 4000$
 $25x_1 + 6x_2 + 35x_3 \leq 7500$
 Ответ: $x_1 = 205,26, x_2 = 394,74, C = 2431,58$

Вариант 6. $C = 7x_1 + 8x_2 + 5x_3 \rightarrow \max$
 $x_1 + 4x_2 + 2x_3 \leq 48$
 $3x_1 + 5x_2 + 2x_3 \leq 20$
 $x_1 + x_2 + x_3 \leq 6$
 Ответ: $x_1 = 5, x_2 = 1, C = 43$

Вариант 7. $C = x_1 + 4x_2 + 10x_3 \rightarrow \max$
 $x_1 + x_2 + x_3 \leq 90$
 $10x_1 + 0x_2 + 3x_3 \leq 150$
 $2x_1 + 0x_2 + 10x_3 \leq 80$
 Ответ: $x_2 = 82, x_3 = 8, C = 408$

Вариант 8. $C = 5x_1 + 9x_2 + 4x_3 \rightarrow \max$
 $6x_1 + 15x_2 + 6x_3 \leq 90$
 $3x_1 + 7x_2 + 0x_3 \leq 42$
 $x_1 + x_2 + x_3 \leq 25$
 Ответ: $x_1 = 70, x_3 = 4, C = 74$

Вариант 9. $C = 10x_1 + 2x_2 + 6x_3 \rightarrow \max$
 $2x_1 + x_2 + 6x_3 \leq 18$
 $5x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 30$
 $x_1 + 8x_2 + 2x_3 \leq 40$
 Ответ: $x_1 = 70, x_3 = 4, C = 74$

Вариант 10. $C = 10x_1 + 2x_2 + 6x_3 \rightarrow \max$
 $2x_1 + x_2 + 4x_3 \leq 18$
 $5x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 30$
 $x_1 + 8x_2 + 2x_3 \leq 40$
 Ответ: $x_1 = 5,67, x_3 = 1,67, C = 66,67$

Вариант 11. $C = 150x_1 + 180x_2 + 200x_3 \rightarrow \max$
 $x_1 + x_2 + x_3 \leq 4000$
 $55x_1 + 110x_2 + 220x_3 \leq 242000$
 $120x_1 + 60x_2 + 30x_3 \leq 60000$
 Ответ: $x_2 = 600, x_3 = 800, C = 26800$

Вариант 12. $C = 40x_1 + 5x_2 + 4x_3 \rightarrow \max$
 $2x_1 + x_2 + 4x_3 \leq 100$
 $5x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 150$
 $8x_1 + x_2 + 5x_3 \leq 200$
 Ответ: $x_1 = 25, C = 1000$

Вариант 13. $C = 3x_1 + 10x_2 + 6x_3 \rightarrow \max$
 $2x_1 + 5x_2 + x_3 \leq 60$
 $6x_1 + 12x_2 + 5x_3 \leq 120$
 $4x_1 + 6x_2 + 3x_3 \leq 78$
 Ответ: $x_3 = 24, C = 144$

Вариант 14. $C = 4x_1 + 5x_2 + 6x_3 \rightarrow \max$
 $x_1 + x_2 + x_3 \leq 200$
 $2x_1 + 10x_2 + 35x_3 \leq 770$
 $x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 240$
 Ответ: $x_1 = 176,38, x_2 = 16,38, x_3 = 7,24, C = 830,86$

Вариант 15. $C = 4x_1 + 5x_2 + 6x_3 \rightarrow \max$
 $x_1 + x_2 + x_3 \leq 200$
 $2x_1 + 10x_2 + 35x_3 \leq 700$
 $2x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 240$
 Ответ: $x_1 = 106,06, x_3 = 13,94, C = 507,88$

Вариант 16. $C = 10x_1 + 20x_2 + 15x_3 \rightarrow \max$
 $x_1 + x_2 + x_3 \leq 150$
 $3x_1 + 10x_2 + 15x_3 \leq 900$
 $3x_1 + 2x_2 + 3x_3 \leq 240$
 Ответ: $x_1 = 25, x_2 = 82,50, C = 1900$

Вариант 17. $C = 2x_1 + 10x_2 + 6x_3 \rightarrow \max$
 $x_1 + x_2 + x_3 \leq 120$
 $2x_1 + 5x_2 + x_3 \leq 80$
 $40x_1 + 20x_2 + 0x_3 \leq 300$
 Ответ: $x_3 = 80, C = 480$

Вариант 18. $C = 9x_1 + 10x_2 + 16x_3 \rightarrow \max$
 $9x_1 + 5x_2 + 4x_3 \leq 120$
 $3x_1 + 2x_2 + 4x_3 \leq 96$
 $5x_1 + 3x_2 + 3x_3 \leq 180$
 Ответ: $x_2 = 8$ $x_3 = 20$, $C = 400$

Вариант 19. $C = -3x_1 + 2x_2 + 6x_3 \rightarrow \max$
 $2x_1 + x_2 + 6x_3 \leq 18$
 $-3x_1 + 2x_2 + 2x_3 \leq 24$
 $x_1 + 3x_2 + 4x_3 \leq 36$
 Ответ: $x_2 = 20,29$, $x_3 = 1,29$, $C = 28,29$

Вариант 20. $C = 40x_1 + 8x_2 + 5x_3 \rightarrow \max$
 $x_1 + x_2 + x_3 \leq 250$
 $10x_1 + 13x_2 + 6x_3 \leq 1000$
 $14x_1 + 8x_2 + 0x_3 \leq 280$
 Ответ: $x_1 = 20$, $x_3 = 133,33$, $C = 1466,67$

Вариант 21. $C = 2x_1 + 8x_2 + 6x_3 \rightarrow \max$
 $x_1 + x_2 + x_3 \leq 120$
 $2x_1 + 5x_2 + x_3 \leq 80$
 $40x_1 + 20x_2 + 0x_3 \leq 300$
 Ответ: $x_3 = 80$, $C = 480$

Задание 3. Решите экономическую задачу симплекс-методом.
 Для выращивания трех сельскохозяйственных культур выделяются следующие ресурсы:

Пашня, га _____

Труд, чел.-час. _____

Денежные средства, руб. _____

Известны нормативы затрат и выхода продукции (таблица 4.5).

Таблица 1 – Нормативы затрат и выхода продукции

Показатели	Культуры		
Урожайность, ц/га			
Трудоемкость, чел.-час./га			
Себестоимость, руб./ц			
Цена реализации, руб./ц			

Составить числовую математическую модель и, решив задачу симплексным методом, определить, какие культуры и на какой площади следует выращивать, чтобы при имеющихся ресурсах получить максимум прибыли.

Примечание: Номер варианта состоит из двух цифр. Данные о списке культур следует взять из таблицы 2, руководствуясь первой цифрой. Данные

о ресурсах следует взять из таблицы 3, руководствуясь второй цифрой. Данные о нормативах затрат и выхода продукции по культурам следует взять из таблицы 4.

Таблица 2 – Выращиваемые культуры

Вариант	Первая	Вторая	Третья
1	Помидоры	Капуста	Ячмень
2	Капуста	Огурцы	Пшеница
3	Помидоры	Перец	Горох
4	Баклажаны	Ячмень	Помидоры
5	Ячмень	Горох	Сах. свекла
6	Пшеница	Кукуруза	Помидоры
7	Кукуруза	Капуста	Горох
8	Горох	Огурцы	Капуста

Таблица 3 – Запасы производственных ресурсов

Вариант	Пашня, га	Труд, чел.-час.	Денежные средства, тыс. руб.
1	500	180000	100000
2	450	250000	80000
3	600	200000	120000
4	550	180000	80000
5	400	120000	90000
6	420	120000	70000
7	580	190000	90000
8	650	220000	120000

Таблица 4 – Нормативы затрат и выхода продукции

Культуры	Показатели			
	Урожайность, ц/га	Трудоемкость, чел.-час./га	Себестоимость, руб./ц	Цена, руб./ц
Помидоры	300	540	680	2040
Капуста	400	300	420	1400
Ячмень	55	25	410	1300
Огурцы	100	600	1030	3400
Пшеница	60	25	550	2050
Перец	80	450	1040	5500
Горох	25	30	560	2800
Баклажаны	150	400	830	6900
Сах. свекла	300	200	210	350
Кукуруза	60	20	410	1350

Тесты (приведены примеры)

1. Цель исследования операций:

- а. количественное обоснование принимаемых решений
- б. решение, наиболее выгодное для всех
- в. обоснование принимаемых решений в количественном выражении

2. Математическая дисциплина, посвящённая теории и методам решения экстремальных задач на множествах n -мерного векторного пространства, задаваемых системами линейных уравнений и неравенств

- а. линейное программирование
- б. дискретное программирование
- в. нелинейное программирование

3. В 1939 году опубликовал работу «Математические методы организации и планирования производства»

- а. Леонид Витальевич Канторович
- б. Джордж Бернард Данциг
- в. Василий Васильевич Леонтьев

4. В рамках кибернетического подхода, термин «программирование» нужно понимать в смысле

- а. планирования
- б. программирования
- в. прогнозирования

5. В математике, информатике и исследовании операций задача нахождения экстремума целевой функции в некоторой области конечномерного векторного пространства, ограниченной набором линейных, нелинейных равенств (неравенств) называется

- а. оптимизация
- б. алгоритмизация
- в. скалярное ранжирование

6. Вещественная или целочисленная функция нескольких переменных, подлежащая оптимизации в целях решения некоторой оптимизационной задачи выражается

- а. целевой функцией
- б. квадратической функцией
- в. логарифмической функцией

7. В 1958 организовал первую в стране лабораторию экономико-математических исследований АН СССР

- а. Василий Сергеевич Немчинов
- б. Леонид Витальевич Канторович
- в. Василий Васильевич Леонтьев

8. Исследование объектов познания на их моделях; построение и изучение моделей реально существующих объектов, процессов или явлений с целью получения объяснений этих явлений, а также для предсказания явлений, интересующих исследователя называется:

- а. моделирование
- б. экспериментирование
- в. прогнозирование

9. Комплекс научных методов решения задач управления организационными системами называется:

- а. управленческими решениями
- б. критериями оптимизации
- в. исследование операций

10. Решение, наиболее выгодное для всей организации называется

- а. оптимальным
- б. субоптимальным
- в. паронормальным

Темы рефератов (приведены примеры)

1. Исследование операций планирования производственной программы предприятия методами линейного программирования.
2. Исследование операций по максимизации прибыли производственного предприятия.
3. Исследование операций по оптимизации расходов на рекламу.
4. Исследование операций по планированию грузоперевозок различными видами транспорта.
5. Исследование операций по определению оптимального объема выпуска продукции предприятия.
6. Исследование операций по определению недельного плана выпуска продукции предприятия.
7. Исследование операций по определению оптимального плана мебельного производства и использованию трудовых ресурсов.
8. Исследование операций по распределению ресурсов топлива для обогрева помещений предприятия.
9. Исследование операций по планированию перевозок и минимизации расходов на транспортировку сырья.
10. Исследование операций по оптимизации производственной программы при максимальной стоимости изделий.
11. Исследование операций по оптимизации состава смеси при её минимальной стоимости.
12. Исследование операций по оптимальному закреплению механизмов за работами на предприятии.
13. Исследование операций по составлению оптимального плана развития аграрных предприятий.
14. Исследование операций по оптимальному использованию крупногабаритной автотехники для выполнения земельных работ.
15. Исследование операций по перевозке груза железнодорожным транспортом.
16. Исследование операций по оптимизации капиталовложений.
17. Исследование операций по максимизации экономического эффекта при модернизации производства предприятия.

18. Исследование операций по минимизации затрат на выполнение госзаказа.

19. Исследование операций по минимизации затрат на хранение нефти.

20. Исследование операций по максимизации прибыли при реконструкции предприятия.

Задания для контрольной работы (приведены примеры)

Задание 1. Дайте ответы на два теоретических вопроса

1. Исследование операций как составная часть экономико-математических методов

2. Общая характеристика исследования операций

3. Классификация оптимизационных задач: задачи математического программирования, вариационного исчисления, оптимального управления

4. Понятие многокритериальной оптимизации

5. Выпуклые и невыпуклые задачи

6. Множители Лагранжа

7. Понятие решения, оптимальное и субоптимальное решение

8. Основы теории принятия решений

9. Элементы принятия решений

10. Принятие решений в условиях определенности, риска, в условиях неопределенности

11. Допустимый и оптимальный план задачи

12. Числовая модель оптимизационной задачи

13. Критерий оптимальности и целевая функция

14. Условия, допускающие применение методов линейного программирования

15. Математическая интерпретация возможных результатов решения оптимизационной задачи

16. Идея и геометрическая интерпретация симплекс-метода

17. Признаки оптимального плана при решении задач симплексным методом

18. Проблемы вырождения и закливания, способы их преодоления

19. Алгоритм решения задач в симплексных таблицах

20. Принцип оптимальности Р. Беллмана

21. Алгоритм метода Р. Гомори

22. Метод штрафных функций

23. Метод Франка-Вульфа

Задание 2. Решите практические задачи

Задача 1. Решить элементарную экономико-математическую задачу графическим методом.

При помощи графических построений на плоскости найти неотрицательные значения переменных, при которых целевая функция приобретает экстремальное значение (достигает MAX или MIN). Исходные данные задачи выбрать в таблицах 1, 2, 3 в соответствии с номером зачетной

книжки студента.

Таблица 1 – Исходные данные

Ограничение	Переменная		Тип ограничения	Объем ограничения
	1	2		
A	4	5	Не более	
B	-8	12	Не более	
C	3	5	Не менее	
D	6	-8	Не более	
E	-2	10	Не менее	
Целевая функция			→ MAX, MIN	

Приведенные в таблице 1 данные являются общими для всех вариантов. Объемы ограничений и коэффициенты целевой функции выбираются из следующих таблиц по вариантам.

Таблица 2 – Числовые значения объемов ограничений

Ограничение	ПРЕДПОСЛЕДНЯЯ ЦИФРА НОМЕРА ЗАЧЕТНОЙ КНИЖКИ									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	85	66	62	72	75	82	90	96	78	82
B	75	88	92	86	76	90	76	78	82	80
C	20	16	18	15	22	18	18	16	20	22
D	24	24	22	26	27	28	22	28	20	26
E	18	16	18	15	16	15	15	14	18	15

Таблица 3 – Числовые значения коэффициентов целевой функции

Переменная	ПОСЛЕДНЯЯ ЦИФРА НОМЕРА ЗАЧЕТНОЙ КНИЖКИ									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	-5	-4	5	8	12	9	6	10	2	-2
2	9	10	12	10	-8	4	10	-5	10	8

Задача 2. Решите элементарную экономико-математическую задачу оптимизации использования производственных ресурсов симплексным методом.

Задачу решить на MAX экономического эффекта.

Исходные данные задачи выбрать в таблицах 4, 5, 6 в соответствии с номером зачетной книжки студента.

Таблица 4 – Нормативы затрат ресурсов на единицу продукции (общие для всех вариантов)

Ресурс	ВИДЫ ПРОДУКЦИИ				Запас ресурса
	1	2	3	4	
A	6	8	4	7	
B	7	6	5	8	
C	8	12	10	14	

Экономический эффект					MAX
----------------------	--	--	--	--	-----

Таблица 5 – Запасы производственных ресурсов (по вариантам)

Ресурс	Предпоследняя цифра номера зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1800	1980	4000	3000	8200	2800	4200	3860	3400	4600
B	2400	3200	5000	4000	9000	3500	7100	5400	4250	5000
C	3500	4200	5050	6200	9600	4800	9080	6600	5200	6180

Таблица 6 – Экономический эффект от производства единицы продукции (по вариантам)

Виды продукции	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	24	24	15	6	12	4	16	32	22	14
2	36	30	12	7	10	5	12	34	20	18
3	45	42	25	8	15	8	20	42	32	25
4	32	20	18	5	8	6	14	40	28	16

Вопросы задания для проведения промежуточного контроля

Компетенция: способность соблюдать в профессиональной деятельности требования, установленные нормативными правовыми актами в области защиты государственной тайны и информационной безопасности, обеспечивать соблюдение режима секретности (ПК-20)

Вопросы к зачету:

1. Понятие математического программирования.
2. Круг задач и методов математического программирования.
3. Выпуклые и невыпуклые задачи.
4. Динамические задачи и экстремальные задачи на сетях.
5. Дискретные задачи.
6. Понятие линейного программирования.
7. Возникновение линейного программирования и его основоположники.
8. Этапы математической формулировки задач.
9. Особенности и отличия линейного и нелинейного программирования.
10. Общая задача линейного программирования.
11. Типы переменных и ограничений, их назначение.
12. Общая, стандартная и каноническая формы задач линейного программирования.
13. Общая характеристика оптимизационных методов. Универсальные и специальные методы.
14. Идея симплекс-метода.
15. Условия, допускающие решение задач симплекс-методом с естественным базисом.

16. Задачи с искусственными переменными.
17. Двойственные задачи линейного программирования и двойственные оценки.
18. Экономическая интерпретация двойственных задач.
19. Постановка и формализация транспортной задачи.
20. Базовая модель транспортной задачи.
21. Открытые и закрытые модели транспортной задачи.
22. Общая характеристика задачи о назначениях.
23. Основы теории графов и сетевого планирования и управления.
24. Виды графовых моделей.
25. Сетевой граф и его характеристики.
26. Общая характеристика метода динамического программирования.
27. Задачи, решаемые методом динамического программирования.
28. Понятие о нелинейном программировании.
29. Основные понятия теории игр.
30. Условия, допускающие решение задач линейного программирования графическим методом.

Задания для проведения зачета (приведены примеры):

Задание 1. Решить графически экономико-математическую задачу.

Ограничения	Переменные		Виды ограничений	Объемы ограничений
	1	2		
A	4	5	Не более	66
B	-7	12	Не более	88
C	3	5	Не менее	16
D	6	-8	Не более	24
E	-1,5	10	Не менее	16
Целевая функция	-4	6	→	max

Задание 2. Решить симплексным методом задачу линейного программирования.

Ресурсы	Виды продукции				Запас ресурса
	1	2	3	4	
A	8	6	4	5	3200
B	0,8	0,5	0,75	0,6	450
C	12	10	15	16	5000
Экономический эффект	20	15	25	22	max

Задание 3. Построить опорные планы транспортной задачи способами наилучших тарифов, двойного предпочтения и северо-западного угла, найти оптимальное решение.

Поставщик	Потребитель					Запас
	1	2	3	4	5	
1	6	4	7	5	8	25
2	1	6	2	4	7	35
3	3	7	5	6	2	20

4	8	1	4	6	5	40
Спрос	20	30	22	38	28	

Задание 4. Решить транспортную задачу на минимум целевой функции.

Поставщик	Потребитель					Запас
	1	2	3	4	5	
1	2	7	5	6	3	20
2	7	6	2	4	1	35
3	8	4	7	5	6	25
4	5	1	4	6	8	40
Спрос	28	30	22	38	20	

Задание 5. Решить транспортную задачу на максимум целевой функции.

Поставщики	Потребители					Запас
	1	2	3	4	5	
1	2	7	5	6	3	20
2	7	6	2	4	1	35
3	8	4	7	5	6	25
4	5	1	4	6	8	40
Спрос	28	30	22	38	20	

Задание 6. Решить задачу о назначениях на минимум целевой функции.

	1	2	3	4	5
1	12	10	8	11	9
2	6	8	7	9	10
3	9	5	5	8	6
4	14	10	4	4	4
5	8	7	6	10	12

Задание 7. Решить задачу о назначениях на максимум целевой функции.

	1	2	3	4	5
1	12	10	8	11	9
2	6	8	7	9	10
3	9	5	5	8	6
4	14	10	4	4	4
5	8	7	6	10	12

Компетенция: способность строить стандартные теоретические и эконометрические модели, необходимые для решения профессиональных задач, анализировать и интерпретировать полученные результаты (ПК-30)

Вопросы к зачету:

1. Геометрическая интерпретация симплекс-метода.
2. Построение опорного плана задачи симплекс-метода.
3. Построение оптимального плана задачи симплекс-метода.
4. Разрешающий столбец, разрешающая строка, разрешающий коэффициент. Понятие и критерии их выбора.
5. Структура таблицы симплекс-метода с естественным базисом.
6. Структура таблицы симплекс-метода с искусственным базисом.
7. Решение двойственных задач линейного программирования.
8. Общие свойства методов решения транспортной задачи.
9. Способы построения опорных планов транспортной задачи.
10. Метод потенциалов в транспортной задаче.
11. Метод аппроксимации Фогеля в транспортной задаче.
12. Транспортная задача с дополнительными условиями.
13. Общая постановка задачи о назначениях.
14. Метод решения задачи о назначениях.
15. Венгерский метод.
16. Правила построения сетевого графа.
17. Характеристика и расчет временных параметров событий сетевого графика.
18. Характеристика и расчет временных параметров работ сетевого графика.
19. Метод множителей Лагранжа в нелинейном программировании.
20. Многоэкстремальные задачи в нелинейном программировании.
21. Методы решения задач нелинейного программирования.
22. Общая характеристика задач целочисленного программирования.
23. Метод отсекающих плоскостей (метод Гомори).
24. Метод ветвей и границ.
25. Игровые модели.
26. Решение матричных игр в чистых стратегиях.
27. Решение матричных игр в смешанных стратегиях.
28. Графический метод решения задач линейного программирования.
29. Решение задач линейного программирования на ЭВМ.
30. Критерии выбора оптимальной стратегии (Вальда, Гурвица, Лапласа, Сэвиджа).

Задания для проведения зачета (приведены примеры):

Задание 1. Решить транспортную задачу методом аппроксимации

Поставщики	Потребители					Запас
	1	2	3	4	5	
1	6	7	5	6	3	40
2	7	6	2	4	1	35
3	8	4	7	5	6	20
4	5	1	4	2	8	25
Спрос	22	30	28	20	38	

Задание 2. Решить транспортную задачу на минимум целевой функции методом потенциалов.

Поставщики	Потребители					Запас
	1	2	3	4	5	
1	6	7	5	6	3	15
2	7	6	2	4	1	12
3	8	4	7	5	6	20
4	5	1	4	2	8	18
Спрос	8	18	15	20	9	

Задание 3. Решить транспортную задачу на максимум целевой функции на персональном компьютере.

Поставщики	Потребители					Запас
	1	2	3	4	5	
1	6	7	5	6	3	15
2	7	6	2	4	1	12
3	8	4	7	5	6	20
4	5	1	4	2	8	48
Спрос	8	28	25	20	19	

Задание 4. Решить задачу о назначениях на минимум целевой функции по программе ZON.

	1	2	3	4	5
1	22	10	18	11	9
2	18	8	17	9	10
3	15	9	22	8	6
4	20	10	25	4	4
5	16	7	17	10	12

Задание 5. Решить задачу о назначениях на максимум целевой функции венгерским методом.

	1	2	3	4	5
1	75	56	69	43	85
2	78	55	67	45	81
3	70	48	68	48	83
4	75	61	78	42	80
5	68	60	65	49	85

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Контроль освоения дисциплины и оценка знаний обучающихся производится в соответствии с Пл КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся».

Критерии оценки знаний обучающегося при проверке отчета по индивидуальному заданию.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, который полностью защитил отчет о выполненном задании по теме путем ответа на все заданные вопросы преподавателем в рамках выполненного задания.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не выполнил отчет или не способного защитить, ответив не на все заданные вопросы преподавателем в рамках выполненного задания.

Критерии оценки знаний при проведении тестовых заданий

Оценка «отлично» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 85 % тестовых заданий.

Оценка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 70 % тестовых заданий.

Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 51 %.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50 % тестовых заданий.

Критериями оценки реферата являются: новизна текста, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.

Оценка «отлично» — выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.

Оценка «хорошо» — основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

Оценка «удовлетворительно» — имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.

Оценка «неудовлетворительно» — тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен вовсе.

Критерии оценки знаний при написании контрольной работы

Оценка «**отлично**» – выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов контрольной работы и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка «**хорошо**» – выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка «**удовлетворительно**» – выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными понятиями выносимых на контрольную работу тем, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка «**неудовлетворительно**» – выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания выносимых на контрольную работу вопросов тем дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

Критерии оценки знаний при проведении зачета

Оценка «**зачтено**» выставляется обучающемуся, который выполнил все отчеты по индивидуальным заданиям и полностью ответил на поставленный из перечня вопрос преподавателя.

Оценка «**не зачтено**» выставляется обучающемуся, который выполнил не все отчеты по индивидуальным заданиям и/или не полностью ответил на поставленный из перечня вопрос преподавателя.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная учебная литература

1. Ловянников Д.Г. Исследование операций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ловянников Д.Г., Глазкова И.Ю. – Электрон. текстовые данные. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. – 110 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69386.html>.

2. Мишин, В. М. Исследование систем управления : учебник для вузов / В. М. Мишин. — Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 527 с. — ISBN 978-5-238-01205-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/81632.html>

3. Шапкин, А. С. Математические методы и модели исследования операций : учебник / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. — 7-е изд. — Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2019. - 398 с –Режим доступа: <https://new.znaniyum.com/catalog/product/1091193>

Дополнительная учебная литература

1. Бурда А. Г. Экономико-математические методы и модели : учеб. пособие / А. Г. Бурда, Г. П. Бурда. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 181 с. – Библиотека КубГАУ

2. Диязитдинова, А. Р. Исследование операций и методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Р. Диязитдинова. — Электрон. текстовые данные. — Самара : Поволжский государственный университет теле-коммуникаций и информатики, 2017. — 167 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75377.html>

3. Косников С. Н. Математическая экономика / С. Н. Косников. Краснодар : Косников С.Н., 2018. – 104 с. – Режим доступа: https://edu.kubsau.ru/file.php/118/Matematicheskaja_ehkonomika_Kosnikov_SN_dlja_saita_411942_v1_PD

4. Половина, И. П. Исследование операций [Электронный ресурс] : сборник заданий / И. П. Половина. — Электрон. текстовые данные. — Пермь : Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, 2017. — 80 с. — 978-5-85218-869-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70625.html>

5. Франциско О. Ю. Моделирование процессов и систем : учеб. пособие / О. Ю. Франциско. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 91 с. – Библиотека КубГАУ

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронно-библиотечных систем

№	Наименование	Тематика	Ссылка
1.	Znaniyum.com	Универсальная	https://znaniyum.com/
2.	IPRbook	Универсальная	http://www.iprbookshop.ru/
3.	Издательство «Лань»	Универсальная	http://e.lanbook.com/
4.	Образовательный портал КубГАУ	Универсальная	https://edu.kubsau.ru/

Перечень рекомендуемых интернет сайтов:

1. Постановка задачи оптимизации и численные методы ее решения [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book_2/index.php

2. Электронные книги по экономико-математическим методам и моделям [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.aup.ru/books/i008.htm>

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Исследование операций : метод. указания по выполнению контрольной работы для обучающихся специальности 38.05.01 Экономическая безопасность / В. В. Осенний, [и др]. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 17 с. - Режим доступа: https://edu.kubsau.ru/file.php/118/IO_metodichka_-_kontr_561214_v1_.PDF

2. Исследование операций : метод. указания по контактной и самостоятельной работе / В. В. Осенний, [и др]. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 27 с. - Режим доступа: https://edu.kubsau.ru/file.php/118/IO_metodichka_kont.i_srs_1_561215_v1_.PDF

3. Исследование операций: сб. задач / А. Г. Бурда, Г. П. Бурда; В.В. Осенний, И.В. Затонская – Краснодар, 2017. – 103 с.

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

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют: обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети "Интернет"; фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы; организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов; контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

Перечень лицензионного ПО

№	Наименование	Краткое описание
1	Microsoft Windows	Операционная система
2	Microsoft Office (включает Word, Excel, PowerPoint)	Пакет офисных приложений
3	Система тестирования INDIGO	Тестирование

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1	Научная электронная библиотека eLibrary	Универсальная	https://elibrary.ru/
2	Гарант	Правовая	https://www.garant.ru/
3	КонсультантПлюс	Правовая	https://www.consultant.ru/

12 Материально-техническое обеспечение обучения по дисциплине для лиц с ОВЗ и инвалидов

Входная группа в главный учебный корпус и корпус зооинженерного факультета оборудован пандусом, кнопкой вызова, тактильными табличками, опорными поручнями, предупреждающими знаками, доступным расширенным входом, в корпусе есть специально оборудованная санитарная комната. Для перемещения инвалидов и ЛОВЗ в помещении имеется передвижной гусеничный ступенькоход. Корпуса оснащены противопожарной звуковой и визуальной сигнализацией.

Планируемые помещения для проведения всех видов учебной деятельности

Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе, помещений для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательных программ в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Исследование операций	Помещение №221 ГУК, площадь — 101м ² ; посадочных мест — 95; учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, для самостоятельной работы, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, в том числе для обучающихся с инвалидностью и ОВЗ специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель), в т.ч для обучающихся с инвалидностью и ОВЗ; технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран), в т.ч для обучающихся с инвалидностью и ОВЗ;	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13

	программное обеспечение: Windows, Office. Помещение №114 ЗОО, площадь — 43м²; посадочных мест — 25; учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для самостоятельной работы, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, в том числе для обучающихся с инвалидностью и ОВЗ специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель), в том числе для обучающихся с инвалидностью и ОВЗ	
--	--	--

13 Особенности организации обучения лиц с ОВЗ и инвалидов

Для инвалидов и лиц с ОВЗ может изменяться объём дисциплины (модуля) в часах, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося (при этом не увеличивается количество зачётных единиц, выделенных на освоение дисциплины).

Фонды оценочных средств адаптируются к ограничениям здоровья и восприятия информации обучающимися.

Основные формы представления оценочных средств – в печатной форме или в форме электронного документа.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ

Категории студентов с ОВЗ и инвалидностью	Форма контроля и оценки результатов обучения
<i>С нарушением зрения</i>	– устная проверка: дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.; – с использованием компьютера и специального ПО: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, дистанционные формы, если позволяет острота зрения - графические работы и др.; – при возможности письменная проверка с использованием рельефно-точечной системы Брайля, увеличенного шрифта, использование специальных технических средств (тифлотехнических средств): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.
<i>С нарушением слуха</i>	– письменная проверка: контрольные, графические работы,

<i>слуха</i>	тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.; – с использованием компьютера: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы и др.; – при возможности устная проверка с использованием специальных технических средств (аудиосредств, средств коммуникации, звукоусиливающей аппаратуры и др.): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.
<i>С нарушением опорно-двигательного аппарата</i>	– письменная проверка с использованием специальных технических средств (альтернативных средств ввода, управления компьютером и др.): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.; – устная проверка, с использованием специальных технических средств (средств коммуникаций): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.; - с использованием компьютера и специального ПО (альтернативных средств ввода и управления компьютером и др.): работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы предпочтительнее обучающимся, ограниченным в передвижении и др.

Адаптация процедуры проведения промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ:

В ходе проведения промежуточной аттестации предусмотрено:

- предъявление обучающимся печатных и (или) электронных материалов в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья;
- возможность пользоваться индивидуальными устройствами и средствами, позволяющими адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом их индивидуальных особенностей;
- увеличение продолжительности проведения аттестации;
- возможность присутствия ассистента и оказания им необходимой помощи (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с преподавателем).

Формы промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ должны учитывать индивидуальные и психофизические особенности обучающегося/обучающихся по АОПОП ВО (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины

Студенты с нарушениями зрения

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить плоскочечатную информацию в аудиальную или тактильную форму;
- возможность использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом индивидуальных особенностей и состояния здоровья студента;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- использование чёткого и увеличенного по размеру шрифта и графических объектов в мультимедийных презентациях;
- использование инструментов «лупа», «прожектор» при работе с интерактивной доской;
- озвучивание визуальной информации, представленной обучающимся в ходе занятий;
- обеспечение раздаточным материалом, дублирующим информацию, выводимую на экран;
- наличие подписей и описания у всех используемых в процессе обучения рисунков и иных графических объектов, что даёт возможность перевести письменный текст в аудиальный;
- обеспечение особого речевого режима преподавания: лекции читаются громко, разборчиво, отчётливо, с паузами между смысловыми блоками информации, обеспечивается интонирование, повторение, акцентирование, профилактика рассеивания внимания;
- минимизация внешнего шума и обеспечение спокойной аудиальной обстановки;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, на ноутбуке, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания и др.) на практических и лабораторных занятиях;
- минимизирование заданий, требующих активного использования зрительной памяти и зрительного внимания;
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы.

**Студенты с нарушениями опорно-двигательного аппарата
(маломобильные студенты, студенты, имеющие трудности передвижения и патологию верхних конечностей)**

- возможность использовать специальное программное обеспечение и специальное оборудование и позволяющее компенсировать двигательное нарушение (коляски, ходунки, трости и др.);
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- применение дополнительных средств активизации процессов запоминания и повторения;
 - опора на определенные и точные понятия;
 - использование для иллюстрации конкретных примеров;
 - применение вопросов для мониторинга понимания;
 - разделение изучаемого материала на небольшие логические блоки;
 - увеличение доли конкретного материала и соблюдение принципа от простого к сложному при объяснении материала;
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания др.);
- обеспечение беспрепятственного доступа в помещения, а также пребывания них;
- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие обеспечить реализацию эргономических принципов и комфортное пребывание на месте в течение всего периода учёбы (подставки, специальные подушки и др.).

Студенты с нарушениями слуха (глухие, слабослышащие, позднооглохшие)

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить аудиальную форму лекции в плоскостную информацию;
- наличие возможности использовать индивидуальные звукоусиливающие устройства и сурдотехнические средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации; осуществлять взаимнообратный перевод текстовых и аудиофайлов (блокнот для речевого ввода), а также запись и воспроизведение зрительной информации.
- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;
- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала (структурно-логические схемы, таблицы, графики, концентрирующие и обобщающие информацию, опорные конспекты, раздаточный материал);
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных

работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;

- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;

- особый речевой режим работы (отказ от длинных фраз и сложных предложений, хорошая артикуляция; четкость изложения, отсутствие лишних слов; повторение фраз без изменения слов и порядка их следования; обеспечение зрительного контакта во время говорения и чуть более медленного темпа речи, использование естественных жестов и мимики);

- чёткое соблюдение алгоритма занятия и заданий для самостоятельной работы (называние темы, постановка цели, сообщение и запись плана, выделение основных понятий и методов их изучения, указание видов деятельности студентов и способов проверки усвоения материала, словарная работа);

- соблюдение требований к предъявляемым учебным текстам (разбивка текста на части; выделение опорных смысловых пунктов; использование наглядных средств);

- минимизация внешних шумов;

- предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;

- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего).

Студенты с прочими видами нарушений

(ДЦП с нарушениями речи, заболевания эндокринной, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, онкологические заболевания)

- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации;

- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;

- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала;

- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;

- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;

- предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;

- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего);
- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, в виде пометок в заранее подготовленном тексте).
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы,
- стимулирование выработки у студентов навыков самоорганизации и самоконтроля;
- наличие пауз для отдыха и смены видов деятельности по ходу занятия.