



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОП

Е.Г. Юрченко

« 12 » сентября 2016 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой бизнес-информатики и
экономико-математических методов

Ю.Д. Шмидт

« 12 » сентября 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Исследование операций

Направление подготовки: 38.03.05 «Бизнес-информатика»

Профиль подготовки: «Моделирование и оптимизация бизнес-процессов»

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 4

лекции 36 час.

практические занятия 36 час.

лабораторные работы - час.

в том числе с использованием МАО лек. - / пр. 18 / лаб. - час.

всего часов аудиторной нагрузки 72 час.

в том числе с использованием МАО 18 час.

самостоятельная работа 72 час.

в том числе на подготовку к экзамену - час.

контрольные работы (количество) 3

курсовая работа / курсовой проект - семестр

зачет 4 семестр

экзамен - семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 11.08.2016 № 1002

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры бизнес-информатики и экономико-математических методов, протокол № 7 от 12 сентября 2016 г.

Заведующий кафедрой: д-р экон. наук, проф. Ю.Д. Шмидт

Составители: канд. физ.-мат. наук, доцент И.С. Хан

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

Ю.Д.Шмидт

(И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

Ю.Д. Шмидт

(И.О. Фамилия)

ABSTRACT

Bachelor's degree in 38.03.05 «Business-Informatics».

Study profile's Program "Title" "The modeling and optimization of business processes".

Course title: Operations research

Basic part of Block, 4 credits.

Instructor: Khan Igor Sergeevich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor.

At the beginning of the course a student should be able to:

- ability to solve standard tasks of professional activity on the basis of information and bibliographic culture using information and communication technologies and taking into account the basic requirements of information security;
- the ability to use the basic methods of the natural sciences in professional activities for theoretical and experimental research;
- the ability to use the appropriate mathematical apparatus and tools for processing, analyzing and systematizing information on the research topic.

Learning outcomes:

- OK-3 ability to use the basics of economic knowledge in various fields of activity
- PC-17 the ability to use the basic methods of natural sciences in professional activities for theoretical and experimental research
- PC-18 the ability to use the appropriate mathematical apparatus and tools for processing, analyzing and systematizing information on the research topic

Course description:

linear programming; non-linear programming; dynamic programming; game theory

Main course literature:

1. Game theory and operations research / Lemeshko B.Yu. - Novosib.: NSTU, 2013. - 167 pp. : ISBN 978-5-7782-2198-7 - Access mode: <http://znanium.com/catalog/product/558878>
2. Mathematical methods and models of operations research / Shapkin A.S., Shapkin V.A. - M.: Dashkov and K, 2016. - 400 pp. : ISBN 978-5-394-02610-2 - Access mode: <http://znanium.com/catalog/product/557767>
3. Polovina, I. P. Operations Research [Electronic resource]: collection of tasks / I. P. Polovina. - Electron. text data. - Perm: Perm State Humanitarian-Pedagogical University, 2017. - 80 c. - 978-5-85218-869-7. - Access mode: <http://www.iprbookshop.ru/70625.html>
4. Rzhovsky, S.V. Operations Research [Electronic resource]: study guide / S.V. Rzhovsky. - Electron. Dan. - St. Petersburg: Lan, 2013. - 480 p. - Access mode: <https://e.lanbook.com/book/32821>.
5. Gorlach, B.A. Operations Research [Electronic resource]: study guide / B.A. Gorlach. - Electron. Dan. - St. Petersburg: Lan, 2013. - 448 p. - Access mode: <https://e.lanbook.com/book/4865>

Form of final control: file-pass exam

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Исследование операций»

Учебный курс «Исследование операций» предназначен для студентов направления подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика, профиль «Моделирование и оптимизация бизнес-процессов».

Дисциплина «Исследование операций» включена в состав базовой части блока «Дисциплины (модули)».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часов), практические занятия (36 часов, в том числе МАО 18 часов), самостоятельная работа студента (72 часа). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 4 семестре.

Дисциплина «Исследование операций» основывается на знаниях, умениях и навыках, полученных в результате изучения дисциплин «Приложения линейной алгебры в экономике», «Основы экономико-математического анализа», «Математическая экономика», «Экономическая теория», «Модели экономической динамики и дифференциальные уравнения» и позволяет подготовить студента к освоению ряда таких дисциплин, как «Моделирование экономических процессов», «Математические методы принятия решений».

Содержание дисциплины охватывает те современные методы анализа и прогнозирования поведения экономических объектов, которые позволяют на базе экономической теории, экономической статистики, теории фирмы с помощью математического инструментария принимать обоснованные управленческие решения. Сведения, полученные при изучении данного курса, должны способствовать формированию у будущих специалистов в области экономики и управления теоретических знаний и практических навыков для решения прикладных экономических задач с целью принятия

управленческих решений средствами количественного анализа и экономико-математического моделирования.

Цель – формирование у студентов навыков системного подхода к изучению экономических процессов и явлений с помощью математических моделей. Освоение курса должно способствовать формированию у будущих специалистов в области экономики и управления теоретических знаний и практических навыков для решения прикладных экономических задач с целью принятия управленческих решений средствами количественного анализа и экономико-математического моделирования.

Задачи:

- познакомить студентов с сущностью, возможностями и практическим значением моделирования как одного из научных методов познания реальности;
- дать представление о наиболее распространённых математических методах, используемых в экономико-математическом моделировании;
- сформировать навыки решения экономических задач при помощи математических методов;
- научить интерпретировать результаты экономико-математического моделирования и применять их для обоснования хозяйственных и управленческих решений;
- сформировать основу для дальнейшего самостоятельного изучения приложений экономико-математического моделирования в процессе профессиональной деятельности.

Для успешного изучения дисциплины «Исследование операций» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные элементы компетенций:

- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с

применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

- способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования;

- способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные и профессиональные элементы компетенций.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОК-3 способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности	Знает	основания для применения методов экономико-математического моделирования и причины, ограничивающие их применение
	Умеет	самостоятельно составлять, решать и интерпретировать простейшие практически значимые экономико-математические модели
	Владеет	навыками обоснования решений с применением экономико-математических методов и моделей
ПК-17 способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования	Знает	основные профессиональные задачи, решаемые с помощью экономико-математического моделирования
	Умеет	формализовать задачу исследования, выбрать метод решения проблемы и построить математическую модель
	Владеет	навыками формулирования простейших прикладных экономико-математических моделей
ПК-18 способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	Знает	основные этапы и методы математического моделирования экономических ситуаций; широко используемые математические методы и прикладные экономико-математические модели, возможности их применения для решения конкретных экономических задач
	Умеет	применять количественные и качественные методы анализа при принятии управленческих решений
	Владеет	навыками решения экономических задач математическими методами

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Исследование операций» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: Лекция-презентация, Проблемная лекция, Лекция вдвоем, Лекция пресс-конференция, Мозговой штурм, Деловая игра.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Общие схемы математического моделирования, составления и решения оптимизационных задач в оптимизации реальных экономических процессов (12 час.)

Тема 1. Методы и содержательные примеры оптимизационного моделирования на основе линейных моделей (6 час.)

Общие схемы составления модели и оптимизационной задачи линейного программирования (ЛП) по описанию экономической проблемы. Транспортные задачи ЛП с промежуточными пунктами и дополнительными условиями. Примеры моделирования и решения "нетранспортных" проблем с помощью транспортной задачи (ЛП), кадровые задачи, финансовые транзакции, производственные динамические задачи. Составление расписаний в планировании транспортных перевозок. Оптимизационные модели увеличения операционной прибыли за счёт изменения технологических норм, проблемы выбора критериев и адекватной диагностики отклонений от целевых показателей. Элементы теории графов и сетей. Сведение оптимизационных задач на графах и сетях к задачам ЛП. Понятия многокритериальных задач ЛП, методы последовательных улучшений.

Тема 2. Элементы параметрического и целочисленного линейного программирования (6 час.)

Формы и постановки задач параметрического линейного программирования. Геометрическая интерпретация различных задач с двумя переменными. Понятие и определения решения задач параметрического ЛП. Задачи ЛП с параметром в коэффициентах целевой функции, принцип и этапы решения, использования симплекс-таблиц. Задачи ЛП с параметром в правых частях ограничений, принцип и алгоритм решения, использование двойственного симплекс-метода. Задачи ЛП с параметром в целевых функциях и правых частях ограничений, принцип и алгоритм решения. Случаи бесконечного множества решений. Случаи нелинейной зависимости от параметров в задачах ЛП. Целочисленные задачи ЛП, геометрическая интерпретация. Методы Гомори и ветвей и границ

Раздел II. Элементы математического и выпуклого программирования (12 час.)

Тема 3. Теоретические основы и базовые понятия математического программирования (МП) (4 час.)

Градиент и производная по направлению функции нескольких переменных. Градиент функции и множество её уровня, геометрические и математические свойства взаимной конфигурации. Основные постановки задач математического программирования (МП), геометрические интерпретации, экономические примеры. Экстремумы: локальные и глобальные, условные и безусловные. Геометрия линий уровня. Схемы решения простых задач МП. Проблема необходимых условий, граничные и внутренние точки допустимых множеств, локальность и глобальность. Теорема Вейерштрасса. Существенность нелинейности. «Регулярные» и «нерегулярные» точки допустимых множеств задач МП.

Тема 4. Необходимые условия оптимальности Куна – Такера (УКТ) и их рабочие формы (4 час.)

Функция Лагранжа задачи МП, множители Лагранжа. Классические необходимые условия Куна – Такера для задач МП в стандартной форме, запись в матричной форме. УКТ в форме Рабочего критерия, система уравнений. Геометрическая интерпретация УКТ. Роль регулярности допустимых векторов. Экономический и математический смысл оптимальных значений множителей Лагранжа. УКТ для задачи ЛП: выводы анализа. Седловые точки функция Лагранжа, достаточные условия оптимальности. Теорема о минимаксе в общем случае произвольной функции. Метод множителей Лагранжа как частный случай УКТ. Элементы многозначных отображений, теоремы о неподвижных точках.

Тема 5. Задачи выпуклого программирования. Теория и приложения (4 час.)

Выпуклые множества, свойства. Выпуклые и вогнутые функции, свойства, примеры. Экономическая интерпретация вогнутости и выпуклости, появление выпуклых множеств в моделях экономике. Достаточные условия существования седла. Задачи выпуклого программирования (ЗВП). теорема о глобальности локальных экстремумов. Теоремы, примеры и основное свойство о достаточности УКТ. Задача ЛП как частный случай ЗВП. Задача квадратичного программирования, сведение к задаче ЛП. Основные оптимизационные задачи ВП с вогнутыми производственными функциями. Функции спроса, затрат и потребления. Зависимость от параметров, теорема об огибающей. Сравнительная статика потребления и производства, уравнение Слуцкого.

Раздел III. Элементы теории игр (12 час.)

Тема 6. Начальные понятия и простейшие матричные антагонистические игры (4 часа)

Простейшая матричная антагонистическая игра (с нулевой суммой), Чистые стратегии, осторожные стратегии, гарантированные выигрыши и

проигрыши, седла и оптимальные решения в чистых стратегиях. Доминирование в стратегиях. Равновесное свойство оптимального (седлового) исхода в матричной игре с 0 - й суммой. Смешанные стратегии, расширение игры, вероятностные смыслы, средние выигрыши. Теорема о существовании решений в смешанных стратегиях. Алгоритмы решений, графический способ и сведение к задаче ЛП. Антагонистические игры с бесконечным числом решений, «дуэли», условия существования решений.

Тема 7. Модели и задачи теории некооперативных неантагонистических игр (4 час.)

Некооперативные игры n лиц в нормальной форме, определения, структура модели и постановки основных задач. Типы и характеристики игр, игры с полной и неполной информацией. Понятия оптимальности в некооперативной игре. Равновесия Нэша и эффективность исходов, проблема "дилеммы заключённого". Смешанные стратегии как дискретные случайные величины, необходимость смешанных стратегий в модели. Условия существования равновесия Нэша и способы нахождения. Примеры равновесных решений в игровых моделях олигополий. Равновесия Курно и Штакельберга. Эффективность решений, оптимальность по Парето. Устойчивость равновесий, процедуры "нащупывания". Биматричные игры, свойства и алгоритмы решения. Существенные и несущественные игры, примеры. Многошаговые и повторяющиеся игры. Динамические игры в развёрнутой форме, нормализация игры. Динамические игры с полной и совершенной информацией. Метод обратной индукции, совершенное подыгровое равновесие Нэша. Экономические примеры.

Тема 8. Задачи и методы теории кооперативных игр (4 час.)

Элементы, концепции и модели теории кооперативных игр, моделирование распределения затрат, прибылей, общественных благ, долей рынка и других кооперативных задач. Коалиции и характеристические

функции игры п лиц, определения. Экономический смысл и свойства. моделирования кооперативного эффекта, индивидуальная и коллективная рациональность. Концепции решения кооперативных игр, оптимальные исходы. С – ядра и их свойства. Принцип оптимальности Шепли, вектор Шепли, аксиоматическое построение. Функция и разные варианты вычисления вектора Шепли. Определения "силы" влияния при принятии корпоративных решений.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия

(36 час., в том числе 18 час. с использованием методов активного обучения)

Занятия 1-2. Методы и примеры оптимизационного моделирования на основе линейных моделей (4 часа).

Метод активного / интерактивного обучения – метод ситуационного анализа (ситуационные задачи) (2 час.)

1. Составления модели и оптимизационной задачи ЛП по описанию экономической проблемы.
2. Транспортные задачи ЛП с промежуточными пунктами и дополнительными условиями.
3. Примеры моделирования и решения "нетранспортных" проблем с помощью транспортной задачи (ЛП).
4. Составление расписаний в планировании транспортных перевозок.
5. Оптимизационные модели увеличения операционной прибыли за счёт изменения технологических норм .

Занятие 3-4. Сведение некоторых сетевых задач к задачам ЛП (4

час.)

1. Элементы теории графов и сетей.
2. Основные оптимизационные задачи на графах и сетях.
3. Сведение задач о минимальных путях к транспортной задаче ЛП.
4. Сведение задачи о минимальных и максимальных к задаче ЛП.
5. Задача коммивояжёра как целочисленная задача ЛП.
6. Выдача и обсуждение ИДЗ № 1.

Занятие 5-6. Задачи параметрического и целочисленного линейного программирования (4 час.)

Метод активного / интерактивного обучения – метод мозгового штурма (2 час.)

1. Постановки задач параметрического ЛП.
2. Геометрическая интерпретация и графическое решение задач с двумя переменными.
3. Задачи ЛП с параметром в коэффициентах целевой функции, этапы решения, использования симплекс-таблиц.
4. Задачи ЛП с параметром в правых частях ограничений, алгоритм решения, использование двойственного симплекс-метода.
5. Случаи нелинейной зависимости от параметров в задачах ЛП.
6. Целочисленные задачи ЛП, геометрическая интерпретация. Метод Гомори.
7. Выдача и обсуждение ИДЗ № 2.

Занятие 7-8. Задачи и примеры на усвоение базовых элементов математического программирования (4 час.)

Метод активного / интерактивного обучения – метод мозгового штурма (2 час.)

1. Градиент и производная по направлению функции нескольких переменных.
2. Градиент функции и множество её уровня, геометрические и математические свойства взаимной конфигурации.
3. Основные постановки задач математического программирования (МП), геометрические интерпретации, экономические примеры.
4. Локальные и глобальные, условные и безусловные экстремумы и линии уровня.
5. Решения простых нелинейных задач МП.
6. Проверка регулярности точек допустимых множеств задач МП.
7. Примеры значимости нелинейности задач МП.

Занятие 9-10. Необходимые условия оптимальности Куна – Такера (УКТ) и их рабочие формы (4 час.)

1. Функция Лагранжа и классические необходимые условия Куна – Такера для задач МП в стандартной форме.
2. Запись УКТ в матричной форме.
3. УКТ в форме Рабочего критерия, система уравнений. Геометрическая интерпретация.
4. Экономический и математический смысл оптимальных значений множителей Лагранжа.

5. Задача оптимальной динамики монополистического производства при разных зависимостях между спросом и предложением.

6. Седловые точки функция Лагранжа.

7. Метод множителей Лагранжа как частный случай УКТ.

8. Теорема о минимаксе в общем случае произвольной функции.

9. Выдача и обсуждение ИДЗ № 3.

Занятие 11-12. Задачи выпуклого программирования (4 час.)

Метод активного / интерактивного обучения – метод ситуационного анализа (ситуационные задачи) (2 час.)

1. Свойства выпуклых множеств.

2. Выпуклые и вогнутые функции, свойства, примеры, идентификация.

3. Достаточные условия существования седла, вычисления.

4. Задачи выпуклого программирования, идентификация.

5. Задача квадратичного программирования, сведение к задаче ЛП.

6. Решение основных оптимизационных задач ВП с вогнутыми производственными функциями.

7. Зависимость решений от параметров, теорема об огибающей.

Занятие 13. Контрольная работа по темам линейного и нелинейного программирования (2 час.)

Сведение задач к задачам ЛП. Решение простейших задач ЛП с параметром. Решение простейших задач целочисленного ЛП. Запись и проверка УКТ в разных формах. Диагностика ЗВП. Решение задач квадратичного программирования.

Занятие 14. Начальные понятия и простейшие матричные антагонистические игры (2 час.)

Метод активного / интерактивного обучения – метод мозгового штурма (4 час.)

1. Решение простейших матричных игр с нулевой суммой в чистых стратегиях.
2. Запись игровой модели по описанию проблемы.
3. Графическое решение матричной игры в смешанных стратегиях.
4. Решение матричной игры сведением к задаче ЛП.
5. Антагонистические игры с бесконечным числом решений, нахождение седла.
6. Выдача ИДЗ № 3 .

Занятие 15-16. Модели и задачи теории некооперативных неантагонистических игр (4 час.)

Метод активного / интерактивного обучения – метод ситуационного анализа (ситуационные задачи) (4 час.)

1. Доминирование. Нахождение решения по доминированию.
2. Запись игровой модели по описанию проблемы.
3. Равновесия Нэша в конечных играх.
4. Равновесия Нэша в играх с бесконечными множествами стратегий.
5. Эффективность игровых профилей.
6. Анализ «дилеммы заключённого» для двух и более игроков.
7. Нормализация игр в развёрнутой форме.

8. Равновесия Курно , Штакельберга и монопольное.
9. Решения биматричных игр в смешанных стратегиях.
10. Выдача ИДЗ № 4.

Занятие 17. Задачи и методы кооперативных игр (2 час.)

1. Условия и запись кооперативной игры с характеристическими функциями.
2. Экономические примеры (распределение затрат, прибыли и т.д.).
3. Концепции решения кооперативных игр, оптимальные исходы. С – ядра и их свойства.
4. Принцип оптимальности Шепли, вектор Шепли, аксиоматическое построение .
5. Функция и разные варианты вычисления вектора Шепли.
6. Определения "силы" влияния при принятии корпоративных решений.

Занятие 18. Контрольная работа по темам теории игр (2 час.)

Решение простейших антагонистических и неантагонистических игр в чистых стратегиях. Решение простейших игр в смешанных стратегиях. Нормализация игр. Запись модели по описанию проблемы. Решения по доминированию. Вычисление вектора Шепли.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Исследование операций» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1.	Раздел I. Элементы динамического программирования	ОК-3 ПК-18	знает	Собеседов. (УО-1), Конспект (ПР-7), (Расч.-граф. работа ПР-14) № 1-2	Вопросы к экзамену № 1-10
	Раздел III. Элементы математической теории оптимального управления и её приложений		умеет	Расч.-граф. работа (ПР-14) №1-2, Задачи (ПР-13) , К/Р (ПР-2) № 1	Вопросы к экзамену № 1-10
	владеет		Расч.-граф. работа (ПР-14) №1-2, Задачи (ПР-13), К/Р (ПР-2) № 1	Вопросы к экзамену № 1-10	
2.	Раздел I. Элементы динамического программирования	ПК-17	знает	Собеседов. (УО-1), дискуссия (УО-4), Конспект (ПР-7).	Вопросы к экзамену № 11-20.
			умеет	Расч.-граф. работа	Вопросы к экзамену № 11-

3.	ия	ПК-17	владеет	(ПР-14) № 3-4, Задачи (ПР-13), К/Р (ПР-2) № 2	20.
	Раздел II. Элементы вариационного исчисления в оптимизации экономических процессов			Расч.-граф. работа (ПР-14)№ 3-4, Задачи (ПР-13), К/Р (ПР-2) № 2	Вопросы к экзамену № 11- 20.
	Раздел I. Элементы динамического программирован ия			знает	Расч.-граф. работа (ПР-14)№ 3-4, Задачи (ПР-13), К/Р (ПР-2) № 2 Реферат (ПР-4).
	Раздел II. Элементы ВИ в оптимизации экономических процессов		умеет	Расч.-граф. работа (ПР-14) № 5-7, Задачи (ПР-13), К/Р (ПР-2) № 3	Вопросы к экзамену № 30- 35
	Раздел III. Элементы математической теории ОУ		владеет	Расч.-граф. работа (ПР-14) № 5-7, дискуссия (УО-4), Реферат (ПР-4), К/Р (ПР-2) № 3	Вопросы к экзамену № 30- 35

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Теория игр и исследование операций / Лемешко Б.Ю. - Новосибир.:НГТУ, 2013. - 167 с.: ISBN 978-5-7782-2198-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/558878>
2. Математические методы и модели исследования операций / Шапкин А.С., Шапкин В.А. - М.:Дашков и К, 2016. - 400 с.: ISBN 978-5-394-02610-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/557767>
3. 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>
4. Ржевский, С.В. Исследование операций [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Ржевский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/32821>.
5. Горлач, Б.А. Исследование операций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.А. Горлач. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4865>

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

6. Исследование операций [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / сост. Д. Г. Ловянников, И. Ю. Глазкова. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 108 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75575.html>

7. Ловянный, Д. Г. Исследование операций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. Г. Ловянный, И. Ю. Глазкова. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 110 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69386.html>
8. Грызина, Н. Ю. Математические методы исследования операций в экономике [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Ю. Грызина, И. Н. Мастяева, О. Н. Семенихина. — Электрон. текстовые данные. — М. : Евразийский открытый институт, 2009. — 196 с. — 978-5-374-00071-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10773.html>
9. Костевич, Л. С. Исследование операций. Теория игр [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. С. Костевич, А. А. Лапко. — Электрон. текстовые данные. — Минск : Вышэйшая школа, 2008. — 368 с. — 978-985-06-1308-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20076.html>
10. Гильмутдинов, Р. З. Исследование операций в экономике [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для студентов финансово-экономических направлений и специальностей / Р. З. Гильмутдинов, Г. Р. Гузаирова. — Электрон. текстовые данные. — Уфа : Башкирский институт социальных технологий (филиал) ОУП ВО «АТиСО», 2015. — 88 с. — 978-5-904354-64-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66757.html>

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети
«Интернет»**

1. Freedom Collection на портале ScienceDirect
<http://www.sciencedirect.com/>
2. Электронная библиотека и базы данных ДВФУ .
<http://dvfu.ru/web/library/elib>

3. Электронно-библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com>
4. Электронно-библиотечная система «Научно-издательского центра ИНФРА-М» <http://znanium.com>
5. Электронно-библиотечная система БиблиоТех.
<http://www.bibliotech.ru>
6. Электронный каталог научной библиотеки ДВФУ <http://inifb.dvgu.ru:8000/cgi-bin/gw/chameleon>
7. Научная библиотека КиберЛенинка: <http://cyberleninka.ru/>
8. МАСМИ - агентство маркетинговых исследований (проект «Онлайн монитор»): [http:// www.onlinemonitor.ru](http://www.onlinemonitor.ru)
9. Ромир холдинг - исследования рынков и сфер общественной жизни: <http://www.romir.ru>
10. Новая электронная библиотека – www.newlibrary.ru
11. <http://bookzz.org/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Базовые информационные средства

1. Microsoft Word
2. Microsoft Excel
3. Microsoft PowerPoint
4. Microsoft Internet Explorer/ Mozilla Firefox/ Opera

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Реализация дисциплины «Исследование операций» предусматривает

следующие виды учебной работы: лекции, лабораторные работы, самостоятельную работу студентов, текущий контроль и промежуточную аттестацию.

Освоение курса дисциплины «Исследование операций» предполагает рейтинговую систему оценки знаний студентов и предусматривает со стороны преподавателя текущий контроль за посещением студентами лекций, подготовкой и выполнением всех практических работ с обязательным предоставлением отчета о работе, выполнением всех видов самостоятельной работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине «Исследование операций» является экзамен, который проводится в виде тестирования.

В течение учебного семестра обучающимся нужно:

- освоить теоретический материал (20 баллов);
- успешно выполнить аудиторные и контрольные задания (50 баллов);
- своевременно и успешно выполнить все виды самостоятельной работы (30 баллов).

Студент считается аттестованным по дисциплине «Исследование операций» при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Критерии оценки по дисциплине «Исследование операций» для аттестации на экзамене следующие: 86-100 баллов – «отлично», 76-85 баллов – «хорошо», 61-75 баллов – «удовлетворительно», 60 и менее баллов – «неудовлетворительно».

Пересчет баллов по текущему контролю и самостоятельной работе производится по формуле:

$$P(n) = \sum_{i=1}^m \left[\frac{O_i}{O_i^{max}} \times \frac{k_i}{W} \right],$$

где: $W = \sum_{i=1}^n k_i^n$ для текущего рейтинга;

$W = \sum_{i=1}^m k_i^n$ для итогового рейтинга;

$P(n)$ – рейтинг студента;

m – общее количество контрольных мероприятий;

n – количество проведенных контрольных мероприятий;

O_i – балл, полученный студентом на i -ом контрольном мероприятии;

O_i^{max} – максимально возможный балл студента по i -му контрольному мероприятию;

k_i – весовой коэффициент i -го контрольного мероприятия;

k_i^n – весовой коэффициент i -го контрольного мероприятия, если оно является основным, или 0, если оно является дополнительным.

Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины

Оптимальным вариантом планирования и организации студентом времени, необходимого для изучения дисциплины, является равномерное распределение учебной нагрузки, т.е. систематическое ознакомление с теоретическим материалом на лекционных занятиях и закрепление полученных знаний при подготовке и выполнении практических работ и заданий, предусмотренных для самостоятельной работы студентов.

Подготовку к выполнению практических работ необходимо проводить заранее, чтобы была возможность проконсультироваться с преподавателем по возникающим вопросам. В случае пропуска занятия, необходимо предоставить письменную разработку пропущенной лабораторной работы.

Самостоятельную работу следует выполнять согласно графику и

требованиям, предложенным преподавателем.

Алгоритм изучения дисциплины

Изучение курса должно вестись систематически и сопровождаться составлением подробного конспекта. В конспект рекомендуется включать все виды учебной работы: лекции, самостоятельную проработку рекомендуемой основной и дополнительной литературы, отчеты по лабораторным работам, решение ситуационных задач и кроссвордов, ответы на вопросы для самоконтроля и другие задания, предусмотренные для самостоятельной работы студентов.

Основным промежуточным показателем успешности студента в процессе изучения дисциплины является его готовность к выполнению практических работ.

Приступая к подготовке к лабораторным работам, прежде всего, необходимо ознакомиться с планом занятия, изучить соответствующую литературу, нормативную и техническую документацию. По каждому вопросу лабораторной работы студент должен определить и усвоить ключевые понятия и представления. В случае возникновения трудностей студент должен и может обратиться за консультацией к ведущему преподавателю.

Критерием готовности к лабораторным работам является умение студента ответить на все контрольные вопросы, рекомендованные преподавателем.

Знания, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, должны закрепляться не повторением, а применением материала. Этой цели при изучении дисциплины «Исследование операций» служат активные формы и методы обучения, такие как метод ситуационного анализа, который дает возможность студенту освоить профессиональные компетенции и проявить их в условиях, имитирующих профессиональную деятельность.

Особое значение для освоения теоретического материала и для

приобретения и формирования умений и навыков имеет самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа студентов по данной дисциплине предусматривает изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы, написание рефератов, решение кроссвордов, подготовку к выполнению и защите практических работ и промежуточной аттестации – экзамену.

Для самопроверки усвоения теоретического материала, подготовки к выполнению и защите практических работ и сдаче экзамена студентам предлагаются вопросы для самоконтроля.

Рекомендации по использованию методов активного обучения

Для повышения эффективности образовательного процесса и формирования активной личности студента важную роль играет такой принцип обучения как познавательная активность студентов. Целью такого обучения является не только освоение знаний, умений, навыков, но и формирование основополагающих качеств личности, что обуславливает необходимость использования методов активного обучения, без которых невозможно формирование специалиста, способного решать профессиональные задачи в современных рыночных условиях.

Для развития профессиональных навыков и личности студента в качестве методов активного обучения целесообразно использовать методы ситуационного обучения, представляющие собой описание деловой ситуации, которая реально возникала или возникает в процессе деятельности.

Реализация такого типа обучения по дисциплине «Исследование операций» осуществляется через использование ситуационных заданий, в частности ситуационных задач, которые можно определить как методы имитации принятия решений в различных ситуациях путем проигрывания

вариантов по заданным условиям.

Ситуационные задачи предназначены для использования студентами конкретных приемов и концепций при их выполнении для того, чтобы получить достаточный уровень знаний и умений для принятия решений в аналогичных ситуациях на предприятиях, тем самым уменьшая разрыв между теоретическими знаниями и практическими умениями.

Решение ситуационных задач студентам предлагается в конце практических работ в завершении изучения определенной учебной темы, а знания, полученные на лекциях, должны стать основой для решения этих задач. Из этого следует, что студент должен владеть достаточным уровнем знания теоретического материала, уметь работать с действующей нормативной и технической документацией для оценки качества потребительских товаров. Это предполагает осознание студентом процесса принятия решений при оценке качества товаров и вынесения решения по ситуационной задаче.

Студент должен уметь правильно интерпретировать ситуацию, т.е. правильно определять – какие факторы являются наиболее важными в данной ситуации и какое решение необходимо принять в соответствии с действующей нормативной и технической документацией.

Таким образом, решение ситуационных задач призвано вырабатывать следующие умения и навыки у студентов:

- работать с увеличивающимся и постоянно обновляющимся потоком информации в области товароведения и оценки качества товаров, связанного с изменяющейся рыночной ситуацией и применением законодательной базы;

- высказывать и отстаивать свою точку зрения четкой, уверенной и грамотной речью;

- вырабатывать собственное мнение на основе осмысления

теоретических знаний и проведения экспериментальных исследований;

- самостоятельно принимать решения.

Технология выполнения ситуационных задач включает в себя организацию самостоятельной работы обучающихся с консультационной поддержкой преподавателя. На этапе ознакомления с задачей студент самостоятельно оценивает ситуацию, изложенную в тексте, исследует теоретический материал, устанавливает ключевые факторы и проводит анализ проблем, изложенных в условии задачи. Затем составляет план действий и оценивает возможности его реализации. По окончании самостоятельного анализа студент должен ответить на вопросы, выполнить задания и составить письменный отчет по данному заданию.

Рекомендации по работе с литературой

При самостоятельной работе с рекомендуемой литературой студентам необходимо придерживаться определенной последовательности:

- при выборе литературного источника теоретического материала лучше всего исходить из основных понятий изучаемой темы курса, чтобы точно знать, что конкретно искать в том или ином издании;

- для более глубокого усвоения и понимания материала следует читать не только имеющиеся в тексте определения и понятия, но и конкретные примеры;

- чтобы получить более объемные и системные представления по рассматриваемой теме необходимо просмотреть несколько литературных источников (возможно альтернативных);

- не следует конспектировать весь текст по рассматриваемой теме, так как такой подход не дает возможности осознать материал; необходимо выделить и законспектировать только основные положения, определения и понятия, позволяющие выстроить логику ответа на изучаемые вопросы.

Рекомендации по подготовке к экзамену

Подготовка к экзамену и его результативность также требует у студентов умения оптимально организовывать свое время. Идеально, если студент ознакомился с основными положениями, определениями и понятиями курса в процессе аудиторного изучения дисциплины, тогда подготовка к экзамену позволит систематизировать изученный материал и глубже его усвоить.

Подготовку к экзамену лучше начинать с распределения предложенных контрольных вопросов по разделам и темам курса. Затем необходимо выяснить наличие теоретических источников (конспекта лекций, учебников, учебных пособий).

При изучении материала следует выделять основные положения, определения и понятия, можно их конспектировать. Выделение опорных положений даст возможность систематизировать представления по дисциплине и, соответственно, результативнее подготовиться к экзамену.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Исследование операций» необходимы:

– учебная аудитория с мультимедийным проектором и экраном, доской.

В читальных залах Научной библиотеки ДВФУ предусмотрены рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья, оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованные портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами, видеоувелечителем с

возможностью регуляции цветowych спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной системы.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**
по дисциплине «Исследование операций»
Направление подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика
Профиль подготовки: «Моделирование и оптимизация бизнес-процессов»
Форма подготовки очная

г. Владивосток
2016

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата / сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	8 неделя	Выполнение реферата	18	Защита реферата
	14 неделя			
2.	10 неделя	Подготовка к К/Р	18	К/Р
	16 неделя			
3.	В течение семестра	Выполнение Индивидуальных заданий	18	Сдача расчётно-графических ИДЗ
4.	4 неделя	Подготовка к зачету	18	Зачет, Письменные ответы и устное собеседование
	6 неделя			
	9 неделя			
	12 неделя			
	15 неделя			
	18 неделя			
ИТОГО			72	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Особое значение для освоения теоретического материала и для приобретения и формирования умений и навыков имеет самостоятельная работа студентов.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Исследование операций» предусматривает изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы, написание рефератов, решение кроссвордов, подготовку к выполнению и защите практических работ и промежуточной аттестации – зачету.

Для самопроверки усвоения теоретического материала, подготовки к

выполнению и защите практических работ и сдаче зачета студентам предлагаются вопросы для самоконтроля.

Рекомендации по работе с литературой

При самостоятельной работе с рекомендуемой литературой студентам необходимо придерживаться определенной последовательности:

– при выборе литературного источника теоретического материала лучше всего исходить из основных понятий изучаемой темы курса, чтобы точно знать, что конкретно искать в том или ином издании;

– для более глубокого усвоения и понимания материала следует читать не только имеющиеся в тексте определения и понятия, но и конкретные примеры;

– чтобы получить более объемные и системные представления по рассматриваемой теме необходимо просмотреть несколько литературных источников (возможно альтернативных);

– не следует конспектировать весь текст по рассматриваемой теме, так как такой подход не дает возможности осознать материал; необходимо выделить и законспектировать только основные положения, определения и понятия, позволяющие выстроить логику ответа на изучаемые вопросы.

1. Самостоятельная работа по выполнению аналитических расчётно-графических заданий по каждой изучаемой теме.

1.1 Выполнение аналитических расчётно-графических заданий по **Теме № 1.1** включает вопросы:

Примеры построения транспортных моделей ЛП по первичному описанию производственной «нетранспортной» проблемы, определение искомых переменных и параметров. Построение целевой функции проблемного процесса. Формулировка оптимизационной задачи ЛП. Решение задачи ЛП в Excel. Анализ решения и расчёт показателей. Анализ

на зависимость от параметров. Составление и запись дополнительных задач с дополнительными данными. Выполнение ИДЗ № 1.

1.2 Выполнение аналитических расчётно-графических заданий по **Теме № 1.2**, включает вопросы:

Задачи ЛП с параметром в коэффициентах целевой функции, принцип и этапы решения, использование симплекс-таблиц. Задачи ЛП с параметром в правых частях ограничений, принцип и алгоритм решения, использование двойственного симплекс-метода. Случаи бесконечного множества решений. Случаи нелинейной зависимости от параметров в задачах ЛП.

Выполнение ИДЗ № 2.

1. 3 Выполнение аналитических расчётно-графических заданий по **Темам № 2.1 – 2.2** включая вопросы: Градиент и производная по направлению функции нескольких переменных. Градиент функции и множество её уровня, геометрические и математические свойства взаимной конфигурации. Исследование на экстремумы. Примеры записи условий УКТ и их проверка. Седловые точки функция Лагранжа, достаточные условия оптимальности. Теорема о минимаксе в общем случае произвольной функции. Метод множителей Лагранжа как частный случай УКТ. Диагностика наличия ЗВП в данной модели. Решение простейших задач МП.

Примеры отсутствия решений.

Выполнение ИДЗ № 3.

1. 4 Выполнение аналитических расчётно-графических заданий по **Темам № 3.1 - 3.2** включает вопросы:

Решение простейших матричных игр с нулевой суммой в чистых стратегиях.

Запись игровой модели по описанию проблемы. Графическое решение матричной игры в смешанных стратегиях. Решение матричной игры сведением к задаче ЛП. Нахождение решения по доминированию. Запись игровой модели по описанию проблемы. Равновесия Нэша в конечных играх. Равновесия Нэша в играх с бесконечными множествами стратегий. Эффективность игровых профилей. Анализ «дилеммы заключённого» для двух и более игроков. Нормализация игр в развёрнутой форме.

Выполнение ИДЗ № 4 .

1. 5 Выполнение аналитических расчётно-графических заданий по **Темам № 3.2 - 3.3** включает вопросы:

Вычисление вектора Шепли кооперативной игры.

Выполнение ИДЗ № 5 .

Образцы аналитических расчётно-графических заданий для самостоятельной работы.

1. Задание 1. Фирма должна выполнить контракт по поставке продукции в течении 4-х периодов по b_i в каждый период. Фирма имеет два цеха. В цехе 1 мощность производства в облагается штрафом S_i за каждый просроченный период. Затраты на хранение одной единицы с периода i по период $i+1$ равны h_i . Найти план производства и отгрузки продукции по контракту с наименьшими затратами.

i	1	2	3	4
b_i	$256+4n+m$	$204+n+2m$	$247+3n+2m$	$324+2n+m$
t_i	$145+2n$	$84+3n$	$210+n$	$123+4n$
k_i	$90+p$	$120+2p$	$140+3p$	$110+4p$
l_i	$100+2m$	$102+m$	$124+m$	$153+2m$
m_i	$100+2p$	$130+3p$	$180+4p$	$160+p$
h_i	$30+2n$	$40+n$	$50+3n$	*
S_i	$30+n$			

Дополнительное условие (ДУ). Доля зарплаты в издержках составляет 50%. По договору между фирмой и профсоюзом за каждый день вынужденного (по причине фирмы) простоя работник получает 60% обычного дневного заработка этого периода. Рассчитать оптимальный план производства и отгрузки продукции по контракту с учётом этого ДУ.

Здесь: n - номер варианта; m - номер третьей буквы по алфавиту в фамилии студента; p - номер месяца даты рождения студента.

2. Задание № 2.

Для производства трёх видов изделия предприятие использует три вида сырья. Нормы расхода каждого вида сырья определяются матрицей A . Предприятие может использовать сырья I вида не более b_1 ед., II вида — не более b_2 ед., III вида — не более b_3 ед. Цена c_j единицы продукции каждого вида j линейно зависит от некоторого параметра t , и эта зависимость имеет вид $c_j = a_j + d_j \cdot t$, $j = 1, 2, 3$. Для каждого значения параметра $t \in [0, 10]$ найдите такой план выпуска продукции, реализация которого обеспечивает максимальный выпуск изделий в стоимостном выражении.

Значения b_j , a_j , d_j , $j = 1, 2, 3$ даны по вариантам в Таблице 1. Матрица A для каждого варианта дана ниже в Списке 1.

Таблица 1.

Вариант	a_1	d_1	a_2	d_2	a_3	d_3	b_1	b_2	b_3
1	3	2	14	-1	4	1	50	40	60
2	2	1	22	-2	5	1	60	80	50
3	1	2	16	-1	1	2	70	40	90
4	24	-2	3	1	2	1	40	50	30
5	4	1	18	-1	3	2	30	50	40
6	2	2	12	-1	7	1	50	80	60
7	3	2	15	-1	4	1	80	40	60
8	26	-2	4	1	2	2	60	70	80
9	22	-2	4	2	3	1	90	70	80
10	1	2	24	-2	5	1	80	60	50
11	3	2	18	1	7	1	90	60	70
12	2	1	16	-1	3	2	40	60	70
13	14	-1	1	2	4	1	30	50	40
14	15	-1	7	1	1	2	40	60	70
15	2	2	28	-2	1	1	80	60	70

Список 1 вариантов матриц А для заданий 1 и 2.

$$\begin{array}{cccc}
 1 \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 4 & 1 \\ 2 & 0 & 1 \end{bmatrix} & 2 \begin{bmatrix} 3 & 2 & 4 \\ 2 & 5 & 0 \\ 6 & 0 & 3 \end{bmatrix} & 3 \begin{bmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 5 & 4 & 1 \\ 2 & 0 & 6 \end{bmatrix} & 4 \begin{bmatrix} 2 & 3 & 1 \\ 4 & 0 & 2 \\ 6 & 5 & 0 \end{bmatrix} \\
 5 \begin{bmatrix} 1 & 0 & 3 \\ 4 & 5 & 0 \\ 2 & 3 & 1 \end{bmatrix} & 6 \begin{bmatrix} 4 & 2 & 3 \\ 1 & 0 & 5 \\ 0 & 4 & 2 \end{bmatrix} & 7 \begin{bmatrix} 5 & 2 & 0 \\ 3 & 4 & 1 \\ 2 & 0 & 6 \end{bmatrix} & 8 \begin{bmatrix} 6 & 2 & 3 \\ 0 & 4 & 1 \\ 2 & 5 & 0 \end{bmatrix} \\
 9 \begin{bmatrix} 4 & 2 & 0 \\ 0 & 5 & 1 \\ 2 & 3 & 4 \end{bmatrix} & 10 \begin{bmatrix} 7 & 0 & 3 \\ 0 & 4 & 1 \\ 2 & 5 & 1 \end{bmatrix} & 11 \begin{bmatrix} 0 & 4 & 3 \\ 5 & 1 & 0 \\ 2 & 3 & 4 \end{bmatrix} & 12 \begin{bmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 5 & 4 & 0 \\ 0 & 2 & 6 \end{bmatrix} \\
 13 \begin{bmatrix} 3 & 2 & 0 \\ 1 & 4 & 3 \\ 2 & 0 & 5 \end{bmatrix} & 14 \begin{bmatrix} 1 & 4 & 3 \\ 0 & 5 & 2 \\ 6 & 3 & 0 \end{bmatrix} & 15 \begin{bmatrix} 0 & 5 & 3 \\ 2 & 4 & 1 \\ 2 & 6 & 0 \end{bmatrix} &
 \end{array}$$

3. Найти оптимальный план замены оборудования на период продолжительностью 6 лет, если годовой доход $r(t)$ и остаточная стоимость $S(t)$ в зависимости от возраста заданы в таблице, стоимость нового оборудования равна $P = 7$, а возраст оборудования к началу эксплуатационного периода составляет 1 год.

t	0	1	2	3	4	5	6
r(t)	9	8	7	7	7	6	6
S(t)	7	6	5	4	4	3	2

Оборудование эксплуатируется в течение 3 лет, после этого продается. В начале каждого года можно принять решение сохранить оборудование или заменить его новым. Стоимость нового оборудования P_0 . После t лет эксплуатации оборудование можно продать за $S(t)$ рублей (ликвидная стоимость). Доходы от эксплуатации в течение года зависят от возраста t оборудования к началу этого года и равны $r(t)$. Определить оптимальную стратегию эксплуатации оборудования, чтобы суммарные доходы с учетом начальной покупки и заключительной продажи были максимальны.

3. Изобразить линии уровня $f(x, y) = C$ следующих функций для указанных констант C . Рассчитать величину градиента в общем виде и найти его значения в указанных точках M_i . Изобразить найденные градиенты в виде векторов, исходящих из заданных точек. $f(x, y) = (x - 1)^2 + (y + 2)^2$ при $C = 0 ; 1; 4$, $M_1 = (1; -2)$, $M_2 = (2; -2)$, $M_3 = (-1; -2)$; Найти градиент и производную по направлению l заданной функции в точке m . Для задачи а) изобразить вектор l и градиент заданной функции в указанной точке.

4. В данных задачах МП проверить выполнение УКТ в указанных точках.

$$\begin{aligned}
 &x_3^2 + x_1 x_2 - 6 \rightarrow \min, \\
 &x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 3, \\
 &x_1 + x_2 + x_3 = 2, \\
 &x_j \geq 0, j \in 1:3, \\
 &x^{(1)} = (1, 1, 105), \\
 &x^{(2)} = (0, 2, 0), \\
 &x^{(3)} = (2, 0, 0), \\
 &x^{(4)} = (1, 1, 0), \\
 &x^{(5)} = (4, 0, -2).
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &-x_1^5 + 7 \rightarrow \max, \\
 &x_1^2 + x_2^2 - 4x_2 \leq 0, \\
 &x_1 x_2 - 1 \geq 0, \quad x_1 \geq 0, \\
 &x^{(1)} = (1, 1), \\
 &x^{(2)} = (0, -1), \\
 &x^{(3)} = (1, 3/2), \\
 &x^{(4)} = (2, 2).
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &x_1^2 + 3x_1 + 5 \rightarrow \min, \\
 &x_1^2 + x_2^2 - 2x_1 + 8x_2 \leq -16, \\
 &x_1 - x_2 \leq 5, \\
 &x^{(1)} = (1, -4), \\
 &x^{(2)} = (0, -4), \\
 &x^{(3)} = (0, 0), \\
 &x^{(4)} = (2, -4).
 \end{aligned}$$

Задача об оптимальной стратегии продажи экономического актива в течении n временных периодов.

5. Актив выставлен на продажу и должен быть продан в течении n временных периодов. Известно (или с большой достоверностью предполагается), что в каждый период поступает одно предложение о покупке по цене C_i с вероятностью P_i . Множества возможных значений цен и их вероятностей $\{C_1 \dots C_m\}$ и $\{P_1 \dots P_m\}$ даны. Рассчитать и описать оптимальную стратегию продажи, которой должен придерживаться продавец в течении всего периода продаж. $n=5$, $m=4$.

Варианты															
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
C ₁	200	270	910	34	55	150	110	25	300	50	113	420	510	390	670
C ₂	300	350	930	48	66	270	180	28	310	55	119	430	515	410	673
C ₃	500	510	960	65	79	300	220	34	330	58	123	435	525	415	679
C ₄	700	690	990	80	93	450	350	48	360	61	127	440	540	430	684
100P ₁	15	25	20	10	15	25	35	30	15	05	35	25	20	10	25
100P ₂	35	20	35	45	35	30	40	35	45	50	40	35	40	45	35
100P ₃	30	40	30	30	30	25	15	20	25	35	20	25	25	25	30
100P ₄															

6. 1. Для биматричной игры, в чистых стратегиях выполнить:

1.1. Найти все равновесия Нэша;

1.2. Эффективны ли найденные равновесия? 1.3. Есть ли исход вида "Дилемма заключённого"?

2. Выполнить те же пункты для расширенной игры в смешанных стратегиях.

B1

	B ₁	B ₂
A ₁	6 6	3 10
A ₂	10 4	5 6

B2

	B ₁	B ₂
A ₁	-5 4	5 -1
A ₂	9 -7	3 -8

B3

	B ₁	B ₂
A ₁	11 -6	13 8
A ₂	7 4	15 3

B4

	B ₁	B ₂
A ₁	3 9	4 10
A ₂	1 14	-4 6

B5

	B ₁	B ₂
A ₁	7 6	9 10
A ₂	10 4	5 2

B6

	B ₁	B ₂
A ₁	-4 6	3 3
A ₂	7 2	-2 9

B7

	B ₁	B ₂
A ₁	9 -4	13 -1
A ₂	10 5	7 -2

B8

	B ₁	B ₂
A ₁	0 11	3 9
A ₂	7 10	2 12

7. **Задача 1.** Оптимальное распределение прибыли (кооперативное решение игры с разделением полезности). Имеются три предприятия, специализирующиеся на выпуске комплектующих деталей А или В одинаковой стоимости, причем изделие собирается из одной детали А и одной детали В-Возможности предприятий по выпуску этих деталей приведены в табл. 1. Так как ни одно из предприятий не в состоянии

самостоятельно производить данное изделие, то они заключают между собой договор с последующим распределением прибыли. Какое распределение прибыли между этими тремя предприятиями будет оптимальным.

Таблица 1.

	A	B
1	900	0
2	600	0
3	0	1000

1. Расчёт кооперативного эффекта коалиций.
2. Составление условий принадлежности дележа к С-ядру и их решения.
3. Определение не пустоты и границ ядра.
4. Нахождение вектора Шепли в существенных кооперативных играх.
5. Использование для расчётов вектора Шепли комбинаторно - вероятностной интерпретации координат вектора.
6. Вычисление вектора Шепли для "простых" игр.

Задача 2. Оценка «силы» держателей акций.

Акции некоторой акционерной компании распределены между четырьмя акционерами, причем акционер 1 обладает 10\% всех акций, акционер 2 — 20\%, акционер 3 — 30\% и акционер 4 — 40\%. На общем собрании акционеров решение принимается по правилу простого большинства (одна акция равна одному голосу). Найти оценку «силы» акционеров при данной схеме голосования. Оцените «силу» держателей акций, если решение будет приниматься квалифицированным большинством (не менее 2/3 голосов).

2. Самостоятельная работа по подготовке и написанию Аналитического реферата.

Методические указания к выполнению реферата. Цели и задачи реферата

Реферат (от лат. *refero* – докладываю, сообщаю) представляет собой краткое изложение проблемы практического или теоретического характера с формулировкой определенных выводов по рассматриваемой теме.

Целями написания реферата являются:

- развитие у студентов навыков поиска актуальных проблем товароведения;
- развитие навыков краткого изложения материала с выделением лишь самых существенных моментов, необходимых для раскрытия сути проблемы;
- развитие навыков анализа изученного материала и формулирования собственных выводов по выбранному вопросу в письменной форме, научным, грамотным языком.

Задачами написания реферата являются:

- научить студента максимально верно передать мнения авторов, на основе работ которых студент пишет свой реферат;
- подготовить студента к дальнейшему участию в научно-практических конференциях, семинарах и конкурсах;
- помочь студенту определиться с интересующей его темой, дальнейшее раскрытие которой возможно осуществить при написании курсовой работы или выпускной квалификационной работы.

Основные требования к содержанию реферата

Реферат должен быть написан каждым студентом самостоятельно. Студент должен использовать только те литературные источники (научные статьи, монографии, пособия и т.д.), которые имеют прямое отношение к

избранной им теме. Не допускаются отстраненные рассуждения, не связанные с анализируемой проблемой. Оглавление должно четко отражать основное содержание работы и обеспечивать последовательность изложения. Студенту необходимо строго придерживаться логики изложения – начинать с определения и анализа понятий, перейти к постановке проблемы, проанализировать пути ее решения и сделать соответствующие выводы. Работа должна быть достаточно краткой, но раскрывающей все вопросы содержания и тему.

По своей структуре реферат должен иметь титульный лист, оглавление, введение (где студент формулирует проблему, подлежащую анализу и исследованию), основной текст (где последовательно раскрывается избранная тема), заключение (где студент формулирует выводы, сделанные на основе основного текста работы), список использованных источников (10-15 наименований). В список использованных источников вносятся не только источники, на которые студент ссылается при подготовке реферата, но и иные, которые были изучены им при подготовке реферата.

Оформление реферата осуществляется в соответствии с Требованиями к оформлению письменных работ, выполняемых студентами и слушателями ДВФУ (2011 г.) или Методическими указаниями ШЭМ ДВФУ по выполнению и оформлению выпускных квалификационных и курсовых работ (сост. В.В. Лихачева, А.Б. Косолапов, Г.М. Сысоева, Е.П. Володарская, Е.С. Фищенко. – Владивосток: Издательский дом Дальневост. федерал. ун-та, 2014. – 43 с.).

Порядок сдачи реферата и его оценка

Реферат пишется студентами в сроки, устанавливаемые преподавателем по реализуемой дисциплине, и сдается преподавателю, ведущему дисциплину.

При оценке реферата учитываются соответствие содержания выбранной теме, четкость структуры работы, умение работать с научной литературой и нормативными и техническими документами, логически

мыслить, владеть профессиональной терминологией, грамотность оформления.

По результатам проверки реферата и его защиты студенту выставляется определенное количество баллов, которое учитывается при общей оценке промежуточной аттестации.

Критерии оценки реферата

– 100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил свое мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно;

– 85-76 баллов – работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы;

– 75-61 балл – студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы;

– 60-50 баллов – если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст, без каких бы то ни было

комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

Тематика рефератов

1. Построение линейных оптимизационных моделей микроэкономических процессов и производств.
2. Моделирование и оптимизация процессов составления рецептов продуктов с заданными функциональными свойствами.
3. Решение оптимизационных производственных задач в среде MS Excel в приложении «Поиск решений».
4. Нетривиальные логистические оптимизационные модели и задачи.
5. Нетривиальные примеры моделирования на базе Транспортной задачи ЛП проблем с «нетранспортным содержанием».
6. Оптимизация перевозок в транспортных схемах с промежуточными пунктами.
7. Оптимизация в моделях планирования междугородних транспортных сообщений.
8. Примеры и прикладные задачи параметрического линейного программирования.
9. Целочисленные задачи ЛП: алгоритмы и примеры использования.
10. Условия Куна Такера в математическом программировании: теория и приложения.
11. Выпуклые модели и задачи математическом программировании.
12. Оптимизация в моделях производства с производственными функциями с различными видами отдачи от масштаба.
13. Выпуклость и вогнутость в экономико – математических моделях как отражение реальных свойств экономических объектов и процессов.
14. Метод множителей Лагранжа в решении оптимизационных задач математического программирования.

15. Нелинейные оптимизационные модели и задачи в финансовых операциях.
16. Модели и задачи кооперативного принятия оптимальных решений.
17. Модели и задачи управления запасами.
18. Моделирование и оптимизация в разработке современных маркетинговых стратегий.
19. Модели и задачи оптимального инвестирования.
20. Оптимизация производственных стратегий на предприятиях малого и среднего бизнеса.
21. Модели и оценки экстремальных транспортных потоков в городе.
22. Оптимизация на сетевых графиках с помощью сведения к задачам линейного программирования.
23. Стратегии оптимизации влияния в социальных сетевых процессах.
24. Использование современных программных средств для решения нелинейных задач статической оптимизации.
25. Решение оптимизационных производственных задач в среде MS Excel в приложении «Поиск решений».
26. Модели стратегических игр, разрешимых по доминированию (в которых существует IEDS (ПИДС) - решение).
27. Равновесия Нэша (РН). Связь с другими подходами и концепциями решений. Эффективность РН (оптимальность по Парето).
28. Равновесия Нэша в моделях стратегического взаимодействия на основе и в духе моделей Курно - Стакельберга. Лидеры и ведомые.
29. Равновесия Нэша как предел динамических процессов "нащупывания" и последовательной "калибровки" количественных решений игроков.
30. Теория игр в анализе и решении проблем типа "Трагедии общин".
31. Смешанное расширение конечной игры и равновесия Нэша.
32. Игровые модели монополей (естественных монополей) и процедур банкротства. Кейсы и "реальные" примеры.

33. Нетривиальные примеры Равновесий Нэша в "играх" с несколькими игроками и бесконечными множествами стратегий. (Модели дорожного движения с личным и общественным транспортом, и др.).
34. Игры в развёрнутой форме. Подходы и методы анализа (обратная индукция, подигры, виды равновесных решений). Использование.
35. Повторяющиеся игры. Модели, классические Кейсы и интересные приложения.
36. Игровые модели аукционов.
37. Модели игр с Ассиметричной информацией. Проблемы "Принципала и агента".
38. Игры с Неполной информацией. Байесовские механизмы и конструкции.
39. Теория Дизайна механизмов. Базовые модели, примеры и перспективы.

Вопросы для самоконтроля

Вопросы для самоконтроля предназначены для самопроверки студентом усвоения теоретического материала, подготовки к выполнению и защите практических работ и сдаче экзамена. Для удобства пользования вопросы для самоконтроля разбиты по разделам и темам теоретической части курса дисциплины.

Тема 1.1. Методы и содержательные примеры оптимизационного моделирования на основе линейных моделей

1. Общие схемы составления модели и оптимизационной задачи линейного программирования (ЛП) по описанию экономической проблемы.
2. Транспортные задачи ЛП с промежуточными пунктами и дополнительными условиями.
3. Примеры моделирования и решения "нетранспортных" проблем с помощью транспортной задачи (ЛП), кадровые задачи, финансовые транзакции, производственные динамические задачи.
4. Составление расписаний в планировании транспортных

перевозок.

5. Оптимизационные модели увеличения операционной прибыли за счёт изменения технологических норм, проблемы выбора критериев и адекватной диагностики отклонений от целевых показателей.

6. Элементы теории графов и сетей. Сведение оптимизационных задач на графах и сетях к задачам ЛП.

7. Понятия многокритериальных задач ЛП, методы последовательных улучшений.

Тема 1.2. Элементы параметрического и целочисленного линейного программирования (6 час.)

1. Формы и постановки задач параметрического линейного программирования.

2. Геометрическая интерпретация различных задач с двумя переменными. Понятие и определения решения задач параметрического ЛП.

3. Задачи ЛП с параметром в коэффициентах целевой функции, принцип и этапы решения, использование симплекс-таблиц.

4. Задачи ЛП с параметром в правых частях ограничений, принцип и алгоритм решения, использование двойственного симплекс-метода.

5. Задачи ЛП с параметром в целевых функциях и правых частях ограничений, принцип и алгоритм решения.

6. Случаи бесконечного множества решений.

7. Случаи нелинейной зависимости от параметров в задачах ЛП.

8. Целочисленные задачи ЛП, геометрическая интерпретация. Методы Гомори и ветвей и границ

Тема 2.1. Теоретические основы и базовые понятия математического программирования (МП)

а. Градиент и производная по направлению функции нескольких переменных.

б. Градиент функции и множество её уровня, геометрические и

математические свойства взаимной конфигурации.

с. Основные постановки задач математического программирования (МП), геометрические интерпретации, экономические примеры.

d. Экстремумы: локальные и глобальные, условные и безусловные. Геометрия линий уровня.

e. Схемы решения простых задач МП.

f. Проблема необходимых условий, граничные и внутренние точки допустимых множеств, локальность и глобальность.

g. Теорема Веерштрасса.

h. Существенность нелинейности. «Регулярные» и «нерегулярные» точки допустимых множеств задач МП.

Тема 2.2. Необходимые условия оптимальности Куна – Такера (УКТ) и их рабочие формы.

1. Функция Лагранжа задачи МП, множители Лагранжа.

2. Классические необходимые условия Куна – Такера для задач МП в стандартной форме, запись в матричной форме.

3. УКТ в форме Рабочего критерия, система уравнений.

4. Геометрическая интерпретация УКТ.

5. Роль регулярности допустимых векторов.

6. Экономический и математический смысл оптимальных значений множителей Лагранжа. УКТ для задачи ЛП: выводы анализа.

7. Седловые точки функция Лагранжа, достаточные условия оптимальности.

8. Теорема о минимаксе в общем случае произвольной функции. Метод множителей Лагранжа как частный случай УКТ.

9. Элементы многозначных отображений, теоремы о неподвижных точках.

Тема 2.3. Реализация метода ДП в задачах с дискретными переменными и табличными функциями критериев.

1. Выпуклые множества, свойства.
2. Выпуклые и вогнутые функции, свойства, примеры.
3. Экономическая интерпретация вогнутости и выпуклости, появление выпуклых множеств в моделях экономике.
4. Достаточные условия существования седла. Задачи выпуклого программирования (ЗВП). теорема о глобальности локальных экстремумов.
5. Теоремы, примеры и основное свойство о достаточности УКТ.
6. Задача ЛП как частный случай ЗВП.
7. Задача квадратичного программирования, сведение к задаче ЛП.
8. Основные оптимизационные задачи ВП с вогнутыми производственными функциями.
9. Функции спроса, затрат и потребления.
10. Зависимость от параметров, теорема об огибающей.
11. Сравнительная статика потребления и производства, уравнение Слуцкого.

Тема 3.1. Начальные понятия и простейшие матричные антагонистические игры

1. Простейшая матричная антагонистическая игра (с нулевой суммой),
2. Чистые стратегии, осторожные стратегии, гарантированные выигрыши и проигрыши, седла и оптимальные решения в чистых стратегиях.
3. Доминирование в стратегиях.
4. Равновесное свойство оптимального (седлового) исхода в матричной игре с 0 - й суммой.
5. Смешанные стратегии, расширение игры, вероятностные смыслы, средние выигрыши.
6. Теорема о существовании решений в смешанных стратегиях.
7. Алгоритмы решений, графический способ и сведение к задаче ЛП.
8. Антагонистические игры с бесконечным числом решений, «дуэли», условия существования решений.

Тема 3.2. Модели и задачи теории некооперативных неантагонистических игр.

1. Некооперативные игры п лиц в нормальной форме, определения, структура модели и постановки основных задач.

2. Типы и характеристики игр, игры с полной и неполной информацией. Понятия оптимальности в некооперативной игре.

3. Равновесия Нэша и эффективность исходов, проблема "дилеммы заключённого".

4. Смешанные стратегии как дискретные случайные величины, необходимость смешанных стратегий в модели.

5. Условия существования равновесия Нэша и способы нахождения.

6. Примеры равновесных решений в игровых моделях олигополий. Равновесия Курно и Штакельберга.

7. Эффективность решений, оптимальность по Парето.

8. Устойчивость равновесий, процедуры "нащупывания".

9. Биматричные игры, свойства и алгоритмы решения.

10. Существенные и несущественные игры, примеры.

11. Многошаговые и повторяющиеся игры.

12. Динамические игры в развёрнутой форме, нормализация игры. Динамические игры с полной и совершенной информацией.

13. Метод обратной индукции, совершенное подыгровое равновесие Нэша.

14. Экономические примеры.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Исследование операций»

Направление подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика
Профиль подготовки: «Моделирование и оптимизация бизнес-процессов»
Форма подготовки очная

г. Владивосток
2016

Паспорт фонда оценочных средств

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОК-3 способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности	Знает	основания для применения методов экономико-математического моделирования и причины, ограничивающие их применение
	Умеет	самостоятельно составлять, решать и интерпретировать простейшие практически значимые экономико-математические модели
	Владеет	навыками обоснования решений с применением экономико-математических методов и моделей
ПК-17 способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования	Знает	основные профессиональные задачи, решаемые с помощью экономико-математического моделирования
	Умеет	формализовать задачу исследования, выбрать метод решения проблемы и построить математическую модель
	Владеет	навыками формулирования простейших прикладных экономико-математических моделей
ПК-18 способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	Знает	основные этапы и методы математического моделирования экономических ситуаций; широко используемые математические методы и прикладные экономико-математические модели, возможности их применения для решения конкретных экономических задач
	Умеет	применять количественные и качественные методы анализа при принятии управленческих решений
	Владеет	навыками решения экономических задач математическими методами

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
4.	Раздел I. Элементы динамического программирования Раздел III. Элементы математической	ОК-3 ПК-17	знает	Собеседов. (УО-1), Конспект (ПР-7), (Расч.-граф. работа ПР-14) № 1-2	Вопросы к экзамену № 1-10
			умеет	Расч.-граф. работа (ПР-14) №1-2, Задачи (ПР-13) , К/Р (ПР-2) № 1	Вопросы к экзамену № 1-10
			владеет	Расч.-граф. работа	Вопросы к экзамену № 1-

	теории оптимального управления и её приложений			(ПР-14) №1-2, Задачи (ПР-13), К/Р (ПР-2) № 1	10
5.	Раздел I. Элементы динамического программирования	ПК-18	знает	Собеседов. (УО-1), дискуссия (УО-4), Конспект (ПР-7).	Вопросы к экзамену № 11-20.
	умеет		Расч.-граф. работа (ПР-14) № 3-4, Задачи (ПР-13), К/Р (ПР-2) № 2	Вопросы к экзамену № 11-20.	
	владеет		Расч.-граф. работа (ПР-14)№ 3-4, Задачи (ПР-13), К/Р (ПР-2) № 2	Вопросы к экзамену № 11-20.	
6.	Раздел I. Элементы динамического программирования	ПК-17 ПК-18	знает	Расч.-граф. работа (ПР-14)№ 3-4, Задачи (ПР-13), К/Р (ПР-2) № 2 Реферат (ПР-4).	Вопросы к экзамену № 21-30.
	умеет		Расч.-граф. работа (ПР-14) № 5-7, Задачи (ПР-13), К/Р (ПР-2) № 3	Вопросы к экзамену № 30-35	
	владеет		Расч.-граф. работа (ПР-14) № 5-7, дискуссия (УО-4), Реферат (ПР-4), К/Р (ПР-2) № 3	Вопросы к экзамену № 30-35	
	Раздел II. Элементы вариационного исчисления в оптимизации экономических процессов				
	Раздел III. Элементы математической теории ОУ				

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
ОК-3 способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности	Знает	основания для применения методов экономико-математического моделирования и причины, ограничивающие их применение	Знание программных базовых методов и моделей для начального анализа инновационных подходов к инновационной модернизации деятельности предприятия	– способность перечислить и охарактеризовать элементы и особенности моделей деятельности; – способность перечислить и описать основные задачи и предпосылки адекватного моделирования; – способность перечислить известные модели адекватные или близкие целям анализа
	Умеет	самостоятельно составлять, решать и интерпретировать простейшие практически	умение реализовывать поиск и разбираться в базовых методах моделирования и оптимизации (динамическое	-способность осуществлять поиск в специализированной литературе и информационных системах необходимые модельные схемы и математические методы,

		значимые экономико-математические модели	непрерывное и дискретное, аналитическое и численное, устойчивые и неустойчивые случаи и проч.), необходимые для осуществления инновационной деятельности	необходимые для решения профессиональных задач; – способность ориентироваться в современных достижениях прикладной; – способность различать адекватность используемых в деятельности аналитических моделей и методов
	Владеет	навыками обоснования решений с применением экономико-математических методов и моделей	владение навыками аналитической работы с современными методами моделирования и оптимизации для оценки и внедрения инноваций на предприятии	-способность самостоятельно осуществлять моделирование инновационных процессов и правильно интерпретировать полученные результаты; – - способность ставить и решать оптимизационные задачи для эффективности инновационной деятельности предприятия –
ПК-17 способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования	Знает	основные профессиональные задачи, решаемые с помощью экономико-математического моделирования	знание базовых системных методов и моделей для мониторинга и анализа инновационных подходов к модернизации деятельности предприятия	– - способность назвать и охарактеризовать типы и приёмы математического моделирования проблемных процессов ; – - способность дать классификацию приемлемых методов и системных моделей для решения проблемы; -способность предложить системные показатели для расчёта и мониторинга и численного моделирования влияния в архитектуры предприятия на результат; -способность перечислить подходящие методы и системные инструменты для выбора адекватной модели предприятия; – способность назвать приемлемые интегральные критерии эффективности архитектуры предприятий
	Умеет	формализовать задачу исследования, выбрать метод решения проблемы и построить математическую модель	умение анализировать факторы влияния настоящей и желаемой эффективной архитектуры предприятия на результаты его производственной деятельности	– -способность анализи-ровать эффективность реализуемого моделирования и прогноза; -способность анализировать факторы, влияющие на функциональность архитектуры предприятия; -умение устанавливать причинные закономерности определяющие качество архитектуры; -способность диагностировать не оптимальность функционирования архитектуры предприятий .
	Владеет	навыками формулирования простейших прикладных	применять математический аппарат и инструментальные	– способность использовать модельные методы для модернизации архитектуры предприятий;

		экономико-математических моделей	средства для обработки и анализа информации по теме исследования	<ul style="list-style-type: none"> – способность использовать методы и модели для анализа эффективности процессов и элементов архитектуры на предприятии; – способность владеть методами и средствами анализа динамики архитектурных процессов с целью прогноза и оптимизации; – способность разрабатывать узлы и элементы архитектуры предприятия ; -способность владеть инновационными методами моделирования
ПК-18 способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	Знает	основные этапы и методы математического моделирования экономических ситуаций; широко используемые математические методы и прикладные экономико-математические модели, возможности их применения для решения конкретных экономических задач	знание базовых системных методов и моделей для мониторинга и анализа инновационных подходов к модернизации деятельности предприятия и его архитектуры	<ul style="list-style-type: none"> - способность классифицировать типы и приёмы математического моделирования совершенствования архитектуры предприятия; - способность дать представление о приемлемых методах и системных моделях для решения проблемы; -способность предложить системные показатели для расчёта и мониторинга и численного моделирования влияния факторов модели на результат; -способность перечислить подходящие методы и системные инструменты для выбора адекватной модели предприятия; способность назвать приемлемые интегральные критерии эффективности выбранной модели
	Умеет	применять количественные и качественные методы анализа при принятии управленческих решений	умение реализовывать комплекс исследования и моделирования совершенствования архитектуры предприятия до получения адекватного результата	<ul style="list-style-type: none"> -способность анализировать эффективность реализуемого моделирования и практических выводов по совершенствованию модельных методов; -способность анализировать факторы, влияющие на функциональность модельных методов; -умение устанавливать причинные закономерности определяющие качество модельной схемы; -способность численно и аналитически диагностировать несовершенство метода оптимизации.
	Владеет	навыками решения экономических задач математическими методами	Владение методами прикладного математического моделирования и оптимизации динамических процессов на	<ul style="list-style-type: none"> способность искать содержательные модельные методы для модернизации оптимизационных расчётов; – способность использовать новые методы и модели для анализа эффективности

			предприятию, с целью совершенствования его архитектуры.	процессов и элементов производства; – способность осваивать смежными методами и средствами анализа динамики оптимальных процессов с целью прогноза и оптимизации; способность моделировать более совершенные узлы и элементы процесса; -способность внедрять инновационные методы моделирования эффективной архитектуры.
--	--	--	---	--

Оценочные средства для проверки сформированности компетенций

Исследование операций	
Код и формулировка компетенции	Задание
ОК-3 способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности	Фирма должна выполнить контракт по поставке продукции в течении 3-х периодов по b_i в каждый период i . Фирма имеет два цеха. В цехе 1 мощность производства в период i составляет t_i при удельных затратах k_i ; в цехе 2, соответственно, l_i и m_i . Недопоставки в плановый период компенсируются поставками в следующие периоды, при этом каждая единица продукции облагается штрафом S за каждый просроченный период. Затраты на хранение одной единицы с периода i по период $i+1$ равны h_i . Построить оптимизационную модель и сформулировать задачу, решив которую найдём оптимальный план с наименьшими затратами.
ПК-17 способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования	Используя данные Примстата http://primstat.gks.ru/ о капитале, труде и валовом выпуске любой (конкретной) отрасли экономики Приморского края установить, соответствуют ли стат данные теоретически предполагаемому факту вогнутости производственной функции отрасли.
ПК-18 способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	В городе эпидемия гриппа с установленными соотношениями больных с вирусами A_1, A_2, A_3 . Известны лечебные эффекты C_{ij} от применения вакцины V_i к вирусу A_j , $i=1, 2, 3, 4$. Сформулировать задачу для нахождения наиболее эффективного соотношения объёмов вакцин для вакцинации населения города.

**Оценочные средства для текущей аттестации (типовые ОС по
текущей аттестации и критерии оценки по каждому виду
аттестации по дисциплине «Исследование операций»)**

Типовые оценочные средства по текущей аттестации по дисциплине «Исследование операций» размещены в разделе рабочей учебной программы дисциплины «Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся».

1. Аналитические, расчётно-графические задания даются по каждой пройденной Теме.

Критерии оценки выполнения аналитического расчётного задания

№ п/п	Критерий	Количество баллов
1	Готовность результатов самостоятельной работы в срок	10
2	Наличие ясной записи процесса решения и результатов на бумажном носителе.	40
3	Наличие Файл MS Excel с результатами расчётов.	10
4	Устные ответы, комментарии и пояснения, свидетельствующие о понимании решения по самостоятельности выполнения.	25
5	Использование в процессе выполнения задания рекомендуемой и иной литературы и источников.	15
	ИТОГО	100

2. После изучения Тем пишутся 1 - 2 контрольные работы.

Контрольная работа № 1 предназначена для проверки качества освоения студентами Тем № 1.1 – 1.3. Образец контрольной работы № 1

1. Найти решение задачи ЛП при всех $t \in [0 ; 2]$. Использовать геометрическую интерпретацию и построения. F=

$$2x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 4x_1 + 7x_2 \leq 28(1+t) \\ 6x_1 + 5x_2 \leq 30 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

2. $\varphi(x, y) = -x^2 - 2xy + 6x$, $x \in X = [0; 4]$, $y \in Y = [1; 3]$.

Найти функцию $F(y) = \max_{x \in X} \varphi(x, y)$ и отображение $X(y) = \{x^* : \varphi(x^*, y) = F(y)\}$.

Построить (изобразить) их графики.

3. Для данной задачи проверить выполнение УКТ в данных точках. Сделать выводы.

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2}x_1^2 + x_2^2 - 5x_1 + x_2 - 13 \rightarrow \min \\ & \begin{cases} x_1 + x_2 - 2x_3 \leq 3 \\ 2x_1 - x_2 - 3x_3 \geq -11 \\ x_1 \geq 0; x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases} \quad \bar{x}^1 = (0; 3; 0), \quad \bar{x}^2 = (1; 1; 4) \end{aligned}$$

4. 4.1. Показать, что данная задача - задача ВП. 4.2. Свести её к задаче ЛП с дополнительными условиями. Саму задачу ЛП не решать.

$$\begin{aligned} & 48x_1 + 28x_2 - 4x_1^2 - 2x_2^2 - 4x_1x_2 \rightarrow \max \\ & \begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 6 \\ -2x_1 + x_2 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

5. Для данной парной игры с 0 – суммой $\begin{bmatrix} 2 & 8 & 4 \\ 5 & 3 & 4 \end{bmatrix}$: 5.1) Проверить оптимальность набора смешанных стратегий игроков $\bar{x} = (0; 1)$, $\bar{y} = (0,2; 0,8; 0)$.

5.2*) Найти любым способом оптимальную смешанную стратегию 2-го игрока.

6.

	B_1	B_2	B_3	B_4	<p>В таблице биматричной игры выигрыш первого игрока сверху, второго - снизу. Указать, если имеются, следующие объекты: 1) Доминируемые стратегии у каждого из игроков 2) Доминирующие стратегии у каждого из игроков. 3) Равновесия Нэша. 4) Оптимальные по Парето наборы. 5) Наборы – типа «Дилеммы заключённого».</p>
A ₁	6	3	8	2	
	6	10	8	9	
A ₂	10	5	9	6	
	4	6	3	6	
A ₃	8	2	7	1	
	0	5	2	3	

Контрольная работа № 2 предназначена для проверки качества освоения студентами Тем № 3.1 – 3.3. Образец контрольной работы № 2

Задание 1 (5 баллов)

Определить наилучшие осторожные чистые стратегии игроков и нижнюю и верхнюю цены игры:

1 вариант

2 вариант

3 вариант

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

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

$$\begin{pmatrix} 12 & 8 & 10 & 9 & 13 \\ 7 & 9 & 11 & 12 & 8 \\ 6 & 10 & 9 & 13 & 7 \\ 11 & 10 & 14 & 12 & 13 \end{pmatrix}$$

Задание 2 (8 баллов). Дана матрица парной игры с нулевой суммой. Найти оптимальные смешанные стратегии каждого из игроков. (Рекомендуется,

при возможности, исключать доминируемые стратегии, использовать графические методы.)

	B_1	B_2	B_3	B_4
A1	3	6	2	4
A2	5	3	4	7

Задание 3 (10 баллов). Биматричная игра двух лиц задана матрицей, в клетках которой верхнее число означает выигрыш 1-го игрока, нижнее – 2-го. Найти все равновесия Нэша в смешанных стратегиях. Определить эффективность найденных равновесий. Есть ли ситуация "дилеммы заключённого"?

	B_1	B_2
A_1	6 6	3 10
A_2	10 4	5 6

Задание 4 (10 баллов). На дуопольном рынке каждая из компаний A_1 и A_2 производит одно из двух взаимозаменяемых благ. Компании осуществляют ценовую конкуренцию и выбирают цены продаж, соответственно, P_1 и P_2 . При этих ценах известны спросы на продукцию каждой из компаний, равные, соответственно: $d_1 = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^2$, $d_2 = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^3$. Затраты компаний на выпуск единицы продукции постоянны и равны, соответственно, 5 и 9. В игровой модели цены являются стратегиями компаний, а прибыли - выигрышами. Ответить на следующие вопросы.

- 1) Найти равновесие Нэша, если оно существует.
- 2) Эффективно ли эти равновесие Нэша?

3) Имеется ли в данной игре исход типа "дилеммы заключённого"?

Задание 5 (7 баллов). Найти Равновесие Курно при следующих линейных условиях на затраты и ценообразование в дуополии.

$$C_1(x_1) = 5x_1 + 3, \quad C_2(x_2) = 2x_2 + 7, \quad P(x) = 16 - 3x, \quad x = (x_1 + x_2)$$

Задание 5. Оценка «силы» держателей акций.

Акции некоторой акционерной компании распределены между четырьмя акционерами, причем акционер 1 обладает 10% всех акций, акционер 2 — 20%, акционер 3 — 30% и акционер 4 — 40%. На общем собрании акционеров решение принимается по правилу простого большинства (одна акция равна одному голосу). Найти оценку «силы» акционеров при данной схеме голосования. Оцените «силу» держателей акций, если решение будет приниматься квалифицированным большинством (не менее 2/3 голосов).

Критерии оценки выполнения контрольной работы

№ п/п	Критерий	Оценка
1	Менее 60% (по баллам за задачи)	Неудовлетворительно.
2	От 61% до 74%	Удовлетворительно
3	От 75% до 84%	Хорошо
4	Выше 85%	Отлично

3. Для закрепления системного освоения Теории игр, в органическом сочетании экономического содержания и математического инструментария студенты выполняют задание по написанию **тематического аналитического Реферата**.

Примерная тематика рефератов (Дана в Приложении 1)

Критерии оценки выполнения аналитического реферата

№ п/п	Критерий	Количество баллов
-------	----------	-------------------

1	Полнота реализации основных целей Аналитического реферата (цели из Указаний)	25
2	Аналитическая (математическая) содержательность (нетривиальность) представленных в работе моделей, конструкций, примеров и кейсов.	15
3	Экономическая содержательность (нетривиальность) и оригинальность представленных примеров и кейсов (данные, факты, инсайды и прочее).	25
4	Количество и научная авторитетность (серьёзность) <u>реально</u> использованных источников. А также масштаб и уровень использования материала в этих источниках.	15
5	Последовательность, логичность, ясность, оригинальность и самостоятельность (отсутствие плагиата) изложения текста.	15
6	Готовность реферата в срок	5
	ИТОГО	100

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Исследование операций» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Исследование операций» проводится в форме контрольных мероприятий (практические задания, контрольные работы, рефераты) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

- степень усвоения теоретических знаний (активность в ходе обсуждений материалов лекций, активное участие в дискуссиях с аргументами из дополнительных источников, внимательность, способность

задавать встречные вопросы в рамках дискуссии или обсуждения, заинтересованность изучаемыми материалами);

– уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы (определяется по результатам контрольных работ, практических занятий, ответов на тесты);

– результаты самостоятельной работы (задания и критерии оценки размещены в Приложении 1).

Оценочные средства для промежуточной аттестации.

Экзаменационные материалы (оценочные средства по промежуточной аттестации и критерии оценки)

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Исследование операций» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По дисциплине «Исследование операций» предусмотрен зачет в форме письменных ответов и устного собеседования.

1. Краткая характеристика процедуры применения используемого оценочного средства. В результате посещения лекций, практических занятий, семинаров и круглых столов студент последовательно осваивает материалы дисциплины и изучает ответы на вопросы к зачету, представленные в структурном элементе ФОС IV.1. В ходе промежуточной аттестации студент готовит индивидуальное творческое зачетное задание (индивидуальное творческое зачетное задание размещено в структурном элементе ФОС IV.2). Критерии оценки студента на зачете представлены в структурном элементе ФОС IV.3. Критерии оценки текущей аттестации – контрольная проверка знаний

(лабораторная работа 1, лабораторная работа, групповое творческое задание) представлены в структурном элементе ФОС

2. Вопросы к зачету.

Вопросы к экзамену по дисциплине "Исследование операций"

1. Общая схема математического моделирования, составления и решения оптимизационной задачи в оптимизации реальных экономических процессов.
2. Примеры моделирования и решения "нетранспортных" проблем с помощью транспортной задачи линейного программирования (ЛП).
3. Оптимизационная модель увеличения операционной прибыли за счёт нарушения технологических норм (на примере с производством вин).
4. Параметрическая задача ЛП: геометрическая интерпретация в случае двух переменных.
5. Постановка задачи ЛП с параметром в коэффициентах целевой функции. Принцип и этапы решения.
6. Постановка задачи ЛП с параметром в правых частях ограничений. Принцип и этапы решения.
7. Градиент и производная по направлению функции нескольких переменных. Экономическая интерпретация и вычисления.
8. Градиент функции нескольких переменных и множество её уровня.
9. Задача о реализации стратегии (политики) максимального расширения производства в течении 5 лет. Оптимальная траектория.
10. Задача математического программирования (МП), её геометрический смысл и основные постановки. Локальные и глобальные экстремумы.
11. Условия Куна - Такера (УКТ) для задачи МП в стандартной форме.
12. Математический и экономический смысл оптимальных значений множителей Лагранжа в условиях Куна - Такера.

13. Седловая точка (седло) функции Лагранжа в задачах МП. Седло и решение задачи МП.
14. Седло функции $f(\bar{x}, \bar{y})$ на множествах X и Y . Теорема о минимаксе.
15. УКТ в форме рабочего критерия.
16. Метод множителей Лагранжа как частный случай УКТ.
17. Выпуклые множества, свойства.
18. Выпуклые и вогнутые функции, примеры и свойства. Появление выпуклых множеств в моделях экономике.
19. Задачи выпуклого программирования (ЗВП). Теорема о глобальности локальных экстремумов.
20. Задачи выпуклого программирования (ЗВП). Примеры и основное свойство о достаточности УКТ.
21. Задача квадратичного программирования. Алгоритм сведения к задаче ЛП.
22. Условия существования седла функции $f(\bar{x}, \bar{y})$ на множествах X и Y .
23. Теорема о непрерывности функции максимумов $f(\bar{y}) = \max_{\bar{x} \in X} F(\bar{y}, \bar{x})$.
24. Многозначные отображения, примеры. Теорема о «непрерывных» свойствах отображения $X(\bar{y}) = \{\bar{x}^* : F(\bar{y}, \bar{x}^*) = \max_{\bar{x} \in X} F(\bar{y}, \bar{x})\}$.
25. Простейшая матричная антагонистическая игра (с нулевой суммой). Гарантированные выигрыши и проигрыши. Сёдла и оптимальные решения в чистых стратегиях.
26. Равновесное свойство оптимального (седлового) исхода в матричной игре с 0 - й суммой.
27. Матричная игра с нулевой суммой: использование смешанных стратегий. Измерение (функции) выигрыша игроков. Необходимые и достаточные условия решения игры.
28. Теорема о существовании решения игра с нулевой суммой в смешанных стратегиях.

29. Матричная игра с нулевой суммой: алгоритм решения, сведение к задаче ЛП. Свойства равновесности решений.
30. Геометрический метод решения матричных игр с нулевой суммой в частных случаях.
31. Некооперативные игры п лиц в нормальной форме, определения, структура модели и постановки основных задач.
32. Простейшая неантагонистическая биматричная игра. Основные понятия. Доминирование стратегий, решение по доминированию.
33. Понятия оптимальности в некооперативной игре. Равновесия по Нэшу.
34. Оптимальные по Парето наборы. Примеры.
35. Пример ситуации "дилемма заключённого", основные свойства и проблема.
36. Пример "дилеммы заключённого" в игровой модели взаимодействия фирм на олигополистическом рынке.
37. Игры в развёрнутой форме. Нормализация игры.
38. Смешанное расширение биматричной игры, измерение ожидаемых выигрышей. Смысл перехода к расширению. Существование и условия равновесий Нэша.
39. Решение биматричной игры с матрицами 2×2 в смешанных стратегиях. Получение и решение системы неравенств.
40. Основные определения кооперативной игры п лиц.
41. Характеристические функции игры п лиц, определения, экономический смысл и свойства.
42. Оптимальные исходы в кооперативных играх. Концепция С - ядра.
43. Принцип оптимальности Шепли, вектор Шепли, аксиоматическое построение.
44. Функция и разные варианты вычисления вектора Шепли.

Критерии выставления оценки студенту на зачете

по дисциплине «Исследование операций»

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	зачтено («отлично»)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
85-76	зачтено («хорошо»)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61	зачтено («удовлетворительно»)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-0	незачтено («неудовлетворительно»)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.