



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)**

ШКОЛА ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП
«Менеджмент»

Е.Б. Гафурова

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой бизнес-
информатики и экономико-
математических методов

Ю.Д. Шмидт

«22» июня 2016 г.

«22» июня 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Математические методы и моделирование в менеджменте
Направление подготовки 38.03.02 «Менеджмент»
Профили подготовки: «Управление малым бизнесом»
Форма подготовки: заочная

курс 3
лекции 8 час.
практические занятия 12 час.
лабораторные работы 0 час.
в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 0 /лаб. 0 час.
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.
в том числе с использованием МАО 0 час.
самостоятельная работа 115 час.
в том числе на подготовку к экзамену 9 час.
контрольные работы (количество) –
курсовая работа/курсовой проект –
зачет не предусмотрен
экзамен – 3 курс

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 38.03.02 «Менеджмент» (квалификация «бакалавр»), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 12.01.2016 № 7 (с изменениями от 2017 года)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры бизнес-информатики и экономико-математических методов, протокол № 6 от «22» июня 2016 г.

Заведующий кафедрой: д-р экон. наук, проф. Шмидт Ю.Д.
Составители: канд. физ.-мат.-наук, доцент Кригер А.Б.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «14» сентября 2017 г. № 7

Заведующий кафедрой _____ Шмидт Ю.Д.

(подпись)

(И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

VI. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

V. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Математические методы и моделирование в менеджменте»

Учебный курс «Математические методы и моделирование в менеджменте» предназначен для студентов направления подготовки 38.03.02 Менеджмент.

Дисциплина «Математические методы и моделирование в менеджменте» включена в состав дисциплин по выбору блока «Дисциплины (модули)».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часов), практические занятия (36 часа, в том числе МАО 18 часов), самостоятельная работа (72 часов, в том числе на подготовку к экзамену 54 часов). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3 семестре.

Дисциплина «Эконометрика в менеджменте» основывается на знаниях, умениях и навыках, полученных в результате изучения дисциплин «Математика», «Экономическая теория», «Социально-экономическая статистика», «Информатика» и позволяет подготовить студентов к освоению ряда таких дисциплин, как «Теория игр и методы сетевого моделирования».

Содержание дисциплины состоит из четырёх разделов и охватывает следующий круг вопросов:

1. Введение в предмет. Математические модели и задачи линейного программирования: предмет и назначение курса, система принятия решений как комплекс задач математического моделирования и оптимизации; переменные и параметры математической модели, допустимое множество; критерий выбора решения и целевая функция; общая формулировка задачи линейного программирования (ЛП); примеры ЗЛП в рамках экономических моделей; стандартная, каноническая и другие формы представления задачи ЛП и сведение к ним; свойства допустимого множества и оптимального решения в задаче ЛП; представления о методах решения задач ЛП, направленный перебор вершин (симплекс-метод и др.). Графический метод решения задач ЛП; особые случаи и отсутствие решения; симплексный метод

решения ЗЛП; метод искусственного базиса; решение ЗЛП с помощью Excel и других ИТ- средств; двойственность в ЛП, правило построения двойственных задач; экономическая интерпретация двойственной задачи и её переменных; теоремы двойственности и их использование; анализ чувствительности; специальные задачи ЛП, модель и постановка транспортной задачи (ТЗ), ее модификации; свойства решений ТЗ; метод потенциалов; сведение сетевых задач к ТЗ; задача о назначениях, задача целочисленного ЛП; задачи параметрического ЛП; примеры содержательного моделирования на базе ТЗ и задачи о назначениях.

2. Элементы нелинейного и выпуклого программирования. Оптимизационные задачи потребления и производства: формулировка общей задачи математического программирования (МП); условные экстремумы; классификация задач нелинейного программирования (НЛП); линии уровня целевой функции, градиент; понятие о функции Лагранжа для задачи МП; условия Куна-Таккера для локального экстремума; экономическая интерпретация множителей Лагранжа в оптимуме задачи МП; условия Куна-Таккера в геометрической форме ; условие дополняющей нежёсткости; УКТ в алгебраической форме; выпуклые множества; выпуклые и вогнутые функции, строгая выпуклость; условия выпуклости и вогнутости функций; свойства выпуклых функций; теоремы о локальном максимуме в выпуклом случае; выпуклые задачи МП; УКТ как необходимые и достаточные условия оптимальности; зависимость решения от параметров; задачи оптимизации потребления и производства, производственные функции и функции полезности; решение специальных нелинейных задач в среде Excel.

3. Элементы динамического программирования (ДП): постановка задачи ДП, основные понятия и структура модели, управления и целевой функционал; постановка дискретной задачи ДП как задачи оптимального управления; функция, уравнения и принцип оптимальности Беллмана; алгоритм и этапы решения динамических оптимизационных задач методом ДП, прямой и обратный ход расчётов; примеры стандартных задач ДП;

задача оптимального инвестирования группы предприятий, постановка, элементы и этапы решения, экономические смыслы переменных и функций; случаи непрерывного и табличного задания функций прибыли; задача об оптимальной стратегии продажи экономического актива, постановка особенности реализации схемы ДП в случайной среде, смыслы функций; задачи оптимального управления эксплуатацией производственного оборудования; оптимизация по критериям затрат и прибыли; алгоритм и примеры решения методом ДП для случаев непрерывного и табличного задания функций затрат и доходности.

4. Основные элементы и некоторые задачи сетевых моделей планирования и управления (СПУ): базовые элементы модели сетевого планирования и управления (СПУ) на предприятии; типичные задачи СПУ; проектный сетевой подход к планированию технологических и бизнес-процессов; сетевой график операций процесса, элементы и правила построения; методы СРМ и PERT, основные временные характеристики сетевого графика и его ключевые элементы, критические показатели и пути; линейный график Ганта совокупности работ, планирование на основе графика Ганта; постановка типичных оптимизационных задачи СПУ; оптимизация затрат на реализацию и ускорение проектов; оптимизация использования дефицитных ресурсов в сетевых процессах, построение диаграммы ресурсов: оптимизация классических потоков на сетях и другие задачи; модели и алгоритмическая реализация.

Цель дисциплины – получение и освоения студентами базовых знаний о математических моделях социально-экономической деятельности и методах построения, анализа и решения основных оптимизационных задач, возникающих при математическом моделировании проблемных ситуаций в указанной деятельности.

Основные задачи:

- Изучить и освоить математические основы моделирования проблемных экономических ситуаций и постановки соответствующих оптимизационных задач.

- Изучить базовые разделы моделей и методов линейного программирования как одного из основных инструментов оптимизации в экономике.

- Сформировать навыки практического использования программных средств, таких как Excel и облачные сервисы, для решения оптимизационных задач.

- Дать представление о наиболее распространённых математических моделях и методах нелинейной оптимизации, используемых в экономико-математическом моделировании.

- Освоить принципы и основные методы моделирования и решения оптимизационных задач методами динамического программирования как одного из важных инструментов оптимизации в экономике.

- Познакомить с методами сетевого планирования и управления производственными процессами.

- Сформировать основу для возможности самостоятельного изучения и практического использования инструментов математического моделирования и оптимизации в дальнейшей профессиональной и научной деятельности.

Для успешного изучения дисциплины «Математические методы и моделирование в менеджменте» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции.

- Способность творчески воспринимать и использовать достижения науки, техники в профессиональной сфере.

- Способность использовать современные методы и технологии (в том числе информационные).

- Способность работать с компьютером как средством управления информацией, получать её из различных источников, в том числе в глобальных компьютерных сетях.

- Способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования.

- Способность использовать математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации.

- Способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-6 владение методами принятия решений в управлении операционной (производственной) деятельностью организаций	Знает	основные математические модели принятия решений
	Умеет	обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные; использовать полученные знания для осуществления анализа управленческих ситуаций
	Владеет	математическими, статистическими и количественными методами решения типовых организационно-управленческих задач
ОПК-7 способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знает	Основные информационные технологии и их возможности для решения задач профессиональной деятельности
	Умеет	Обрабатывать информацию с использованием современных программных продуктов
	Владеет	Навыками обработки информации с помощью информационно-коммуникационных технологий
ПК-3 владение навыками стратегического анализа, разработки и осуществления стратегии организации, направленной на обеспечение конкурентоспособности	Знает	Современные методы эконометрического анализа, современные программные продукты, необходимые для решения экономико-статистических задач
	Умеет	Собирать и анализировать исходные данные для расчетов, использовать современные математический инструментарий и программное обеспечение для решения эконометрических задач, содержательно интерпретировать полученные результаты
	Владеет	Навыками стратегического анализа. Современной методикой построения эконометрических моделей.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Математические методы и моделирование в менеджменте» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: Лекция-презентация, Лекция-дискуссия, Метод консультирования, Case-study, Мозговой штурм, Выполнение групповых и индивидуальных творческих заданий.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(36 час.)

Раздел I. Введение в предмет. Математические модели и задачи линейного программирования (10 часов)

Тема 1. Введение. Задача линейного программирования. Свойства и основные методы решений (4 час.) .

Предмет и назначение курса. Система принятия решений как комплекс задач математического моделирования и оптимизации. Использование математических моделей для описания поведения экономических агентов. Оптимизация как способа описания рационального поведения. Теория оптимизации и методы выбора экономических решений. Общая формулировка задачи линейного программирования (ЗЛП). Примеры ЗЛП в рамках экономических моделей. Стандартная, каноническая и другие формы представления задачи ЛП и сведение к ним. Свойства допустимого множества и оптимального решения в задаче ЛП. Основные представления о методах решения задач ЛП, основанных на направленном переборе вершин (симплекс-метод и др.). Графический метод решения задач линейного программирования, особые случаи и отсутствие решения ЗЛП. Симплексный метод решения ЗЛП. Метод искусственного базиса. Решение ЗЛП с помощью Excel и других IT- средств.

Тема 2. Теория двойственности в линейном программировании и анализ чувствительности (2 часа).

Двойственность в линейном программировании, правило построения двойственных задач. Экономическая интерпретация задачи, двойственной к исходной задаче об оптимальном использовании ограниченных ресурсов. Теоремы двойственности и их использование. Двойственный симплекс-метод. Математический и экономический смысл двойственных переменных, их использование в анализе оптимального плана. Анализ чувствительности.

Условия устойчивости выражения прироста целевой функции в зависимости от изменения ресурсов.

Тема 3. Специальные задачи линейного программирования (4 часа).

Экономико-математическая модель и постановка транспортной задачи (ТЗ), ее модификации. Свойства решений ТЗ. Метод потенциалов и алгоритм решения. Сведение сетевых задач к ТЗ. Виды ТЗ в ЛП. Задача о назначениях, алгоритм решения. Задача целочисленного программирования, алгоритмы решения, геометрическая интерпретация. Задачи параметрического линейного программирования, графическая интерпретация, примеры. Решение специальных задач в среде Excel. Примеры содержательного моделирования на базе ТЗ и задачи о назначениях.

Раздел II. Элементы нелинейного и выпуклого программирования. Оптимизационные задачи потребления и производства (10 часов)

Тема 1. Задачи математического программирования (МП). Условия Куна Такера. (4 часа).

Основные представления о статической задаче оптимизации. Переменные и параметры математической модели. Допустимое множество. Критерий выбора решения и целевая функция. Линии уровня целевой функции, градиент целевой функции. Формулировка детерминированной статической задачи оптимизации. Неопределенность в параметрах и ее влияние на решение. Глобальный и локальный, условный и безусловный максимумы. Классификация задач нелинейного программирования (НЛП). Понятие о функции Лагранжа для задачи МП, условия Куна-Такера для условного локального экстремума; экономическая интерпретация множителей Лагранжа в оптимуме задачи МП. Условия Куна-Такера в геометрической форме (интерпретация), условие дополняющей нежёсткости. УКТ в алгебраической форме и в форме Рабочего критерия.

Тема 2. Задачи выпуклого программирования. Свойства и оптимизация (4 часа).

Выпуклые множества, свойства. Выпуклые и вогнутые функции, строгая выпуклость, условия выпуклости и вогнутости функций, гессиан, свойства выпуклых функций. Задача выпуклого программирования (ВП). Теоремы о локальном и глобальном максимуме в выпуклом случае. УКТ как необходимые и достаточные условия оптимальности. Зависимость решения от параметров. Свойства функции Макс. Теорема о минимаксе и седловые точки функции нескольких переменных. Условия существования седла. Элементы многозначных отображений. Задача квадратичного программирования. Решение специальных нелинейных задач в среде Excel.

Тема 3. Некоторые оптимизационные модели и задачи потребления и производства. (2 часа).

Производственные функции и функции полезности, свойства строгой вогнутости. Предельная производительность и отдача от масштаба. Виды производственных функций, с постоянной эластичностью, Кобба – Дугласа, Леонтьева. Задачи оптимизации потребления и производства, аналогии. Монотонные преобразования и эквивалентные задачи. Метод множителей Лагранжа. Функции спроса и затрат ресурсов. Элементы сравнительной статики потребления и производства.

Раздел III. Элементы динамического программирования (ДП) (8 часов).

Тема 1. Задача динамического программирования: модель и метод решения (2 часа).

Постановка задачи оптимального управления, основные понятия и структура модели, управления и целевой интегральный функционал. Постановка дискретной задачи динамического программирования (ДП) как задачи оптимального управления. Фазовые переменные и управления. Оптимальные траектории. Функция, уравнения и принцип оптимальности Беллмана. Алгоритм и этапы решения динамических оптимизационных задач методом ДП, прямой и обратный ход расчётов, итерации. Примеры стандартных задач ДП.

Тема 2. Прикладные модели и задачи динамического программирования. (6 часов).

Примеры типичных прикладных экономических задач ДП. Задача оптимального инвестирования группы предприятий, постановка, элементы и этапы решения, экономические смыслы переменных и функций. Случай непрерывного и табличного задания функций прибыли. Задача оптимальной эксплуатации восстанавливаемого природного ресурса, вывод формулы функции Беллмана для произвольного этапа. Случай бесконечного интервала времени. Задача об оптимальной стратегии продажи экономического актива, постановка и особенности реализации схемы ДП в случайной среде, смыслы функций Беллмана. Задачи оптимального управления эксплуатацией производственного оборудования, оптимизация по критериям затрат и прибыли; алгоритм и примеры решения методом ДП для случаев непрерывного и табличного задания функций затрат и доходности. Геометрические виды траекторий и схем решения. Сведение статических задач к задачам ДП. Задачи ДП как задачи статической оптимизации МП.

Раздел IV. Модели и задачи сетевого планирования и управления (СПУ) (8 часов).

Тема 1. Сетевой график процесса: построение и характеристики (2 часа).

Проектный сетевой подход к планированию технологических и бизнес-процессов. Основные элементы и некоторые задачи сетевых моделей планирования и управления (СПУ). Базовые элементы модели СПУ на предприятии. Типичные задачи СПУ. Сетевой график операций процесса, элементы и правила построения. Методы CPM и PERT, основные временные и пространственные характеристики сетевого графика, его ключевые элементы, критические показатели и пути. Линейный график Ганта совокупности работ. Планирование на основе графика Ганта.

Тема 2. Некоторые оптимизационные задачи сетевого планирования

и управления (4 часа).

Постановка типичных оптимизационных задачи СПУ. Оптимизация затрат на реализацию и ускорение проектов, затраты на ускорение. Оптимизация использования дефицитных ресурсов в сетевых процессах, построение диаграммы ресурсов. Использование резервов работ и различные дилеммы оптимизации. Оптимизация классических потоков на сетях и другие задачи, модели и алгоритмическая реализация. Постановка задач о потоках минимальной стоимости на сети, алгоритм решения.

Тема 3. Презентации и обсуждение лучших рефератов (2 часа).

Метод активного / интерактивного обучения – метод Лекция-дискуссия (2 час.)

Презентации, обсуждение и анализ докладов по лучшим рефератам. Дискуссия и выводы. Краткая конференция.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (36 час.)

Занятие 1. Свойства и основные методы решения задач линейного программирования решений (4 часа).

1. Графический метод решения. Все этапы и анализ в разных случаях.
2. Базисные решения системы линейных уравнений с бесконечным числом решений.
3. Симплекс - метод решения ЗЛП. Все шаги алгоритма
4. Диагностика важных случаев при реализации симплекс - метода.
5. Метод искусственного базиса нахождения начального плана.
6. Матричная запись симплексных преобразований.
7. Моделирование и составление ЗЛП для конкретных экономических ситуаций.

Занятие 2. Запись и решение двойственных задач ЗЛП. Анализ на чувствительность и оценки ресурсов (4 часа).

1. Запись и решение двойственных задач ЛП.
2. Решение двойственных задач ЗЛП на основе теории двойственности.
3. Анализ на чувствительность решений ЗЛП.
4. Оценка реакции дохода на изменения ресурсов.
5. Двойственные переменные в симплекс - методе.
6. Двойственный симплекс метод.
7. Выдача и обсуждение ИДЗ №1

Занятие 3. Решение специальных задачи линейного программирования (4 часа).

1. Постановки транспортной задачи (ТЗ). Свойства.
2. Нахождения начального опорного плана в ТЗ.
3. Условия оптимальности опорного плана в ТЗ.
4. Метод потенциалов решения ТЗ. Все шаги алгоритма.
5. Задача о назначениях и алгоритм её решения.
6. Специальные случаи и сведение к ТЗ других оптимизационных задач.
7. Общая схема моделирования, приводящего к задачам ЛП.
8. Примеры нетривиального моделирования, приводящего к транспортной задаче ЛП.
9. Оптимизационные модели составления расписания междугородних перевозок.
10. Выдача ИДЗ №2

Занятие 4. Базовые задачи МП. Условия Куна Такера (4 часа).

1. Примеры экономических моделей с задачами оптимизации.
2. Локальные и глобальные максимумы функций. Необходимые условия.
3. Градиент, определение, математический и экономический смысл.
4. Множества и линии уровня целевых функций. Свойства.
5. Построение простых допустимых множеств.
6. Запись канонических условий Куна - Такера для задач МП.

7. Запись условий Куна - Такера в виде рабочих критериев для различных задач. Геометрический смысл.

8. Метод множителей Лагранжа как частный случай УКТ.

9. Вычисление максимумов как функций параметров.

Занятие 5. Контрольная работа № 1 (2 часа).

Задачи на Темы 1.1- 1.4.

1. Графический метод решения задач ЛП.

2. Моделирование и составление ЗЛП для конкретных экономических ситуаций.

3. Симплекс - метод решения ЗЛП. Все шаги алгоритма

4. Диагностика важных случаев при реализации симплекс - метода.

5. Метод искусственного базиса нахождения начального плана.

6. Двойственные задачи ЛП.

7. Транспортная задача.

Занятие 6. Задачи и модели выпуклого программирования (4 часа).

1. Выпуклые множества, выпуклые и вогнутые функции; их свойства.

2. Различные критерии вогнутости (выпуклости) функций и множеств.

3. Применение УКТ к задачам выпуклого программирования.

4. Зависимость решений от параметров.

5. Седловые точки функций Лагранжа.

6. Задачи выпуклого программирования.

7. Задачи квадратичного программирования.

Занятие 7. Оптимизационные модели и задачи потребления и производства (2 часа).

1. Производственные функции и функции полезности, свойства строгой вогнутости.

2. Выпуклые задачи с функцией типа Кобба – Дугласа и Леонтьева.

3. Выпуклые задачи потребления. Зависимость от параметров.

3. Задачи управления запасами.

4. Монотонные преобразования и эквивалентные задачи.

5. Нахождение равновесий в моделях дуополей.
6. Экономические смыслы множителей Лагранжа.
7. Элементы сравнительной статики потребления и производства.

Занятие 8. Задачи и модели динамического программирования (6 часов).

1. Задачи оптимальной эксплуатации восстанавливаемых ресурсов.
2. Реализация всех пунктов схемы ДП, вычисление функций Белманна.
3. Задачи оптимальной эксплуатации оборудования с непрерывными затратами и критериями.
4. Задачи инвестирования в непрерывном случае задания условий.
5. Вычисление управлений как функций состояния, обратная связь.
6. Случай бесконечного числа периодов, условия трансверсальности.
7. Задачи оптимального инвестирования нескольких предприятий, алгоритмы решения. Случаи немонотонных функций отдачи.
8. Задачи оптимальной эксплуатации оборудования с табличными функциями затрат, различные критерии оптимальности.
9. Задачи об оптимальной схеме продажи экономического актива и решение её методом ДП.
10. Выдача и обсуждение ИДЗ № 3.

Занятие 9. Сетевой график процесса: построение и характеристики (2 часа).

1. СПУ как продолжения анализа БП после инфологического моделирования.
2. Сетевой график, элементы и правила построения.
3. Основные временные характеристики сетевого графика и его ключевые элементы, критические показатели и пути.
4. Линейный график Ганта и его использование.
5. Построение сетевого графика по модельному описанию процесса.

Занятие 10. Некоторые оптимизационные задачи сетевого планирования и управления (4 часа).

1. Постановка типичных оптимизационных задачи СПУ.
2. Временные диаграммы использования ресурсов.
3. Оптимизация затрат на ускорения и заморозку проектов.
4. Оптимизация использования ресурсов в сетевых процессах при их дефиците.
5. Использование удобного ПО для компьютерных расчётов.
6. Использование резервов работ и различные дилеммы оптимизации.
7. Оптимизация классических потоков на сетях и другие задачи
8. Выдача и обсуждение ИДЗ № 3.

Занятие 11. Контрольная работа № 2. По Темам 2.1 – 4.2. (2 час.)

1. Условия Куна – Такера.
2. Задачи ДП.
3. Временные характеристики на сетевых графиках.
4. Оптимизация ускорения и заморозки проектов.
5. Оптимизация управления ресурсами в проекте.
6. Структурные задачи на графах.
7. Нахождение простых оптимальных потоков на сетях.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Математические методы и моделирование в менеджменте» 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

№	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I Введение в предмет. Математические модели и задачи линейного программирования	ОПК-6 ПК-3	Знает: основные математические модели принятия решений; современные методы эконометрического анализа, современные программные продукты, необходимые для решения экономико-статистических задач	Собеседов. (УО-1), Конспект (ПР-7), (Расч.-граф. работа ПР-14) № 1-2	Вопросы к экзамену № 1-15 (УО-1)
			Умеет: обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные; использовать полученные знания для осуществления анализа управленческих ситуаций; собирать и анализировать исходные данные для расчетов, использовать современные математический инструментальный и программное обеспечение для решения эконометрических задач, содержательно интерпретировать полученные результаты	Расч.граф. работа (ПР-14) №1-2, Задачи (ПР-13) , К/Р (ПР-2) № 1	Вопросы к экзамену № 1-15 (УО-1)

			<p>Владеет: математическими, статистическими и количественными методами решения типовых организационно-управленческих задач; навыками стратегического анализа. Современной методикой построения эконометрических моделей</p>	<p>Расч.граф. работа (ПР-14) №1-2, Задачи (ПР-13), К/Р (ПР-2) № 1</p>	<p>Вопросы к экзамену № 1-15 (УО-1)</p>
2	<p>Раздел II.</p> <p>Элементы нелинейного и выпуклого программирования</p> <p>Оптимизационные задачи потребления и производства</p>	<p>ОПК-7</p> <p>ПК-3</p>	<p>Знает: основные информационные технологии и их возможности для решения задач профессиональной деятельности; современные методы эконометрического анализа, современные программные продукты, необходимые для решения экономико-статистических задач</p>	<p>Собеседов. (УО-1), дискуссия (УО-4), Конспект (ПР-7).</p>	<p>Вопросы к экзамену № 16-29. (УО-1)</p>
			<p>Умеет: обрабатывать информацию с использованием современных программных продуктов; собирать и анализировать исходные данные для расчетов, использовать современные математический инструментарий и программное обеспечение для решения эконометрических задач, содержательно интерпретировать полученные результаты</p>	<p>Расч.граф. работа (ПР-14) № 3-4, Задачи (ПР-13), К/Р (ПР-2) № 2</p>	<p>Вопросы к экзамену № 19-27. (УО-1)</p>

			<p>Владеет:</p> <p>навыками обработки информации с помощью информационно-коммуникационных технологий;</p> <p>навыками стратегического анализа.</p> <p>Современной методикой построения эконометрических моделей</p>	<p>Расч.граф. работа (ПР-14)№ 3-4, Задачи (ПР-13), К/Р (ПР-2) № 2</p>	<p>Вопросы к экзамену № 23-29. (УО-1)</p>
3	<p>Раздел III.</p> <p>Элементы динамического программирования (ДП)</p>	<p>ОПК-7</p> <p>ПК-3</p>	<p>Знает:</p> <p>основные информационные технологии и их возможности для решения задач профессиональной деятельности;</p> <p>современные методы эконометрического анализа,</p> <p>современные программные продукты, необходимые для решения экономико-статистических задач</p>	<p>Собеседов. (УО-1), Конспект (ПР-7), дискуссия (УО-4), Реферат (ПР-4).</p>	<p>Вопросы к экзамену № 30-34 (УО-1)</p>
			<p>Умеет:</p> <p>обработать информацию с использованием современных программных продуктов;</p> <p>собирать и анализировать исходные данные для расчетов,</p> <p>использовать современные математический инструментарий и программное обеспечение для решения эконометрических задач, содержательно интерпретировать полученные результаты</p>	<p>Расч.граф. работа (ПР-14) № 5-7, Задачи (ПР-13), К/Р (ПР-2) № 3</p>	<p>Вопросы к экзамену № 28-34 (УО-1)</p>
			<p>Владеет:</p> <p>навыками обработки информации с помощью информационно-коммуникационных</p>	<p>Расч.граф. работа (ПР-14) № 5-7, Реферат (ПР-4), К/Р (ПР-2) № 3</p>	<p>Вопросы к экзамену № 30-35 (УО-1)</p>

			технологий; навыками стратегического анализа. Современной методикой построения эконометрических моделей		
4	Раздел IV. Модели и задачи сетевого планирования и управления (СПУ)	ОПК-6 ПК-3	Знает: основные математические модели принятия решений; современные методы эконометрического анализа, современные программные продукты, необходимые для решения экономико- статистических задач	Собеседов. (УО-1), Конспект (ПР-7), дискуссия (УО-4), Реферат (ПР-4).	Вопросы к экзамену № 36-39 (УО-1)
			Умеет: обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные; использовать полученные знания для осуществления анализа управленческих ситуаций; собирать и анализировать исходные данные для расчетов, использовать современные математический инструментарий и программное обеспечение для решения эконометрических задач, содержательно интерпретировать полученные результаты	Расч.граф. работа (ПР-14) № 5-7, Задачи (ПР-13), К/Р (ПР-2) № 3	Вопросы к экзамену № 31-39 (УО-1)
			Владеет: математическими, статистическими и количественными методами решения типовых организационно- управленческих задач; навыками стратегического анализа.	Расч.граф. работа (ПР-14) № 5-7, Реферат (ПР-4), К/Р (ПР-2) № 3	Вопросы к экзамену № 36-39 (УО-1)

			Современной методикой построения эконометрических моделей		
--	--	--	---	--	--

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. Федосеев, В.В. Математическое моделирование в экономике и социологии труда. Методы, модели, задачи / Федосеев В.В. - М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2015. - 167 с.: ISBN 5-238-01114-8 – режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/872859>
2. Колемаев, В. А. Математические методы и модели исследования операций [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 080116 «Математические методы в экономике» и другим экономическим специальностям / В. А. Колемаев; под ред. В. А. Колемаева. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 592 с. - ISBN 978-5-238-01325-1 – режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/391871>
3. Орлова, И.В. Математические методы в управлении: Учебное пособие / А.Н. Гармаш, И.В. Орлова. - М.: Вузовский учебник: НИЦ Инфра-М, 2012. - 272 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-9558-0200-8 – режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/242620>

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Ивашковская, И.В. Моделирование стоимости компании. Стратегическая ответственность совета директоров / И.В. Ивашковская. - М.: ИНФРА-М, 2009. - 430 с.: 60x90 1/16. - (Научная мысль; Экономика). (переплет) ISBN 978-5-16-004090-5 – режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/186977>
2. Тихомирова, А. Математические модели и методы в логистике: Учебное пособие / Тихомирова А., Сидоренко Е.В. - М.:НИЯУ "МИФИ", 2010. - 320 с. ISBN 978-5-7262-1386-6 – режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/610465>

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

1. [Freedom Collection на портале ScienceDirect](http://www.sciencedirect.com/)
<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) <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://ini-fb.dvfu.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 «Математические методы и моделирование в менеджменте» предусматривает следующие виды учебной работы: лекции, лабораторные работы, самостоятельную работу студентов, текущий контроль и промежуточную аттестацию.

Освоение курса дисциплины «Математические методы и моделирование в менеджменте» 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 «Математические методы и моделирование в менеджменте» 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 «Математические методы и моделирование в менеджменте» при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Критерии оценки по дисциплине «Математические методы и моделирование в менеджменте» 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 «Математические методы и моделирование в менеджменте» 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 «Математические методы и моделирование в менеджменте» 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 «Математические методы и моделирование в менеджменте» необходимы:

- учебная аудитория с мультимедийным проектором и экраном;
- лаборатории кафедры товароведения и экспертизы товаров, оснащенные приборами и материалы для оценки качества однородных групп продовольственных и непродовольственных товаров (аналитические и технические весы, конические и мерные колбы, цилиндры, термометры, химические реактивы и др.);
- нормативная и техническая документация (ТР ТС, ГОСТы, ТУ и др.);
- образцы продовольственных и непродовольственных товаров;
- наглядные пособия по изучению ассортимента и дефектов продовольственных и непродовольственных товаров (учебные ассортиментные карты, каталоги изделий, альбомы, муляжи и др.).

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 цветовых 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.

Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с УП	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Читальный зал Для всех дисциплин (Модулей)	690922, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А - уровень 10, каб.А 1002, помещение для самостоятельной работы Читальный зал естественных и технических наук с открытым доступом Научной библиотеки	Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 58 шт.	ЭУ0198072_ЭА-667-17_08.02.2018_Арт-Лайн Технолоджи_ПО ADOBE, ЭУ0201024_ЭА-091-18_24.04.2018_Софтлайн Проекты_ПО ESET NOD32, ЭУ0205486_ЭА-261-18_02.08.2018_СофтЛайн и Трейд_ПО Microsoft
Для всех дисциплин (Модулей)	690922, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус G, каб. G521, помещение для хранения и профилактического	Рабочее место, Мультимедийное оборудование	

G 521	обслуживания учебного оборудования	Ноутбуки Acer ExtensaE2511-30BO	
Математические методы и моделирование в менеджменте	690922, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус G, каб. G302, учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практических занятий); учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации	34 посадочных мест, автоматизированное рабочее место преподавателя, переносная магнитно-маркерная доска, Wi-Fi Ноутбук Acer ExtensaE2511-30BO Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокоммутации; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron.	ЭУ0205486_ЭА-261-18_02.08.2018_СофтЛайн Трейд_ПО Microsoft



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

ШКОЛА ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**
по дисциплине «Математические методы и моделирование в менеджменте»
Направление подготовки 38.03.02 Менеджмент
Профиль «Управление малым бизнесом»
Форма подготовки заочная

г. Владивосток
2015

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	6	Защита реферата
	14 неделя			
2.	10 неделя	Подготовка к К/Р	4	К/Р
	16 неделя			
4.	В течение семестра	Выполнение Индивидуальных заданий	8	Сдача расчётно-графических ИДЗ
5.	4 неделя	Подготовка к экзамену	54	Экзамен, 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 «Математические методы и моделирование в менеджменте» 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 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 **Темам № 1.1 – 1.2** включает вопросы:

Графический метод решения. Все этапы и анализ в разных случаях. Базисные решения системы линейных уравнений с бесконечным числом решений. Симплекс - метод решения ЗЛП. Все шаги алгоритма. Диагностика важных случаев при реализации симплекс - метода. Метод искусственного базиса нахождения начального плана. Матричная запись симплексных преобразований. Моделирование и составление ЗЛП для конкретных экономических ситуаций. Запись и решение двойственных задач ЛП. Решение двойственных задач ЗЛП на основе теории двойственности. Анализ на чувствительность решений ЗЛП. Оценка реакции дохода на изменения ресурсов. Двойственные переменные в симплекс - методе. 6. Двойственный симплекс метод.

Выполнение ИДЗ № 1.

1.2 Выполнение аналитических расчётно-графических заданий по **Темам № 1.3**, включает вопросы: Экономико-математическая модель и

постановка транспортной задачи (ТЗ), ее модификации. Свойства решений ТЗ. Метод потенциалов и алгоритм решения. Сведение сетевых задач к ТЗ. Виды ТЗ в ЛП. Задача о назначениях, алгоритм решения. Задача целочисленного программирования, алгоритмы решения, геометрическая интерпретация. Задачи параметрического линейного программирования, графическая интерпретация, примеры. Решение специальных задач в среде Excel. Примеры содержательного моделирования на базе ТЗ и задачи о назначениях.

1.3 Выполнение аналитических расчётно-графических заданий по **Темам № 2.1 - 2.3**, включает вопросы:

Выпуклые множества, свойства. Выпуклые и вогнутые функции, строгая выпуклость, условия выпуклости и вогнутости функций, гессиан, свойства выпуклых функций. Задача выпуклого программирования (ВП). Теоремы о локальном и глобальном максимуме в выпуклом случае. УКТ как необходимые и достаточные условия оптимальности. Зависимость решения от параметров. Свойства функции Макс. Теорема о минимаксе и седловые точки функции нескольких переменных. Условия существования седла. Элементы многозначных отображений. Задача квадратичного программирования. Решение специальных нелинейных задач в среде Excel. Производственные функции и функции полезности, свойства строгой вогнутости. Предельная производительность и отдача от масштаба. Виды производственных функций, с постоянной эластичностью, Кобба – Дугласа, Леонтьева. Задачи оптимизации потребления и производства, аналогии. Монотонные преобразования и эквивалентные задачи. Метод множителей Лагранжа. Функции спроса и затрат ресурсов.

1.4 Выполнение аналитических расчётно-графических заданий по **Темам № 3.1 - 3.2**, включает вопросы: Задача оптимального инвестирования группы предприятий, постановка, элементы и этапы решения, экономические смыслы переменных и функций. Случай

непрерывного и табличного задания функций прибыли. Задача оптимальной эксплуатации восстанавливаемого природного ресурса, вывод формулы функции Беллмана для произвольного этапа. Случай бесконечного интервала времени. Задача об оптимальной стратегии продажи экономического актива, постановка и особенности реализации схемы ДП в случайной среде, смыслы функций Беллмана. Задачи оптимального управления эксплуатацией производственного оборудования, оптимизация по критериям затрат и прибыли; алгоритм и примеры решения методом ДП для случаев непрерывного и табличного задания функций затрат и доходности. Фориулировки математических и экономических смыслов всех функций и величин. Графическое представление схемы решения уравнений и нахождения функций Беллмана.

Выполнение ИДЗ № 2.

1. 5 Выполнение аналитических расчётно-графических заданий по **Темам № 4.1 – 4.2** включая вопросы: Проектный сетевой подход к планированию технологических и бизнес-процессов. Основные элементы и некоторые задачи сетевых моделей планирования и управления (СПУ). Базовые элементы модели СПУ на предприятии. Типичные задачи СПУ. Сетевой график операций процесса, элементы и правила построения. Методы СРМ и PERT, основные временные и пространственные характеристики сетевого графика, его ключевые элементы, критические показатели и пути. Линейный график Ганта совокупности работ. Планирование на основе графика Ганта.

Выполнение ИДЗ № 3.

Образцы аналитических расчётно-графических заданий для самостоятельной работы.

Задание 1.

Завод выпускает обычные станки и станки с программным управлением, затрачивая на один обычный станок 200 кг стали и 200 кг цветного металла, а

на один станок с программным управлением 700 кг стали и 100 кг цветного металла. Завод может израсходовать в месяц до 46 т стали и до 22 т цветного металла и имеет обязательное задание: выпускать в месяц не менее 80 станков. Сколько станков каждого вида должен выпускать в месяц завод, чтобы объём реализации был максимальным, если обычный станок стоит 1000 руб., а станок с программным управлением 5000 руб.

ДУ: должно быть выпущено в месяц не менее 30 обычных станков.

Задание:

1. Составить модель, задачу ЛП и решить её графически.
2. Решить задачу симплекс - методом.
3. Составить к задаче без ДУ двойственную к ней и решить с помощью теории двойственности.
4. Решение прямой задачи исследовать на устойчивость.

Задание 2

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.

Задание 3.

	B_1	B_2	B_3	B_4	a
A_1	4	2	3	1	80
A_2	6	3	5	6	100
A_3	3	2	6	3	70
b	80	50	50	70	

Решить «транспортную задачу». Если решение не найдено после двух итераций, записать второй проверенный на оптимальность

Задание 4.

Имеется 5 универсальных станков, которые могут выполнять 4 вида работ. Каждую работу может выполнять только один станок и каждый станок можно загружать только одной работой. Распределить работ между станками с минимальными суммарными затратами времени. В таблице даны затраты времени каждого станка на выполнение каждого вида работы.

станки	Вид работы			
	1	2	3	4
1	4	6	6	7
2	4	5	4	6
3	5	6	5	7
4	5	7	5	8
5	4	6	8	7

Задание 5.

Пусть $U = \sqrt[4]{x_1^5 x_2 x_3^5}$ – полезность товаров $x_i, i=1,3$ объемы товаров. Цены на товары соответственно 3, 1 и 2 у.е. Найти наиболее полезный набор товаров, при общем количестве денег в 400 у.е. (решить ту же задачу, если $U = x_1^3 x_2^3 x_3^2$)

Задание 6.

Индивидуальные задания к разделу I " Моделирование и статическая оптимизация микроэкономических процессов "

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.

1. Распределить оптимальным образом денежные средства инвестора величиной X между четырьмя предприятиями. От выделенной суммы зависит прирост выпуска продукции на предприятиях, значения которых приведены в таблице.

Денежные средства, X	Прирост выпуска продукции на предприятиях			
	1	2	3	4
20	9	11	13	12
40	17	33	29	35
60	28	45	38	40
80	38	51	49	54
100	46	68	61	73
120	68	80	81	92

2. 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

3. Задача об эксплуатации оборудования (условия задаются таблично) в

течении 3-х лет.

t	0	1	2	3	4	5	6	P
$r(t)$	10	9	9	7	7	6	6	11
$S(t)$	11	9	7	5	4	3	2	—

t	0	1	2	3	4	5	6	P
$r(t)$	12	12	11	10	8	6	3	14
$S(t)$	11	9	7	5	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.

4. Задача "Рубка леса". Решение методом Динамического программирования.

Условия 1 (Базовые условия эксплуатации и рубки леса). Участок леса сдаётся в аренду для полной вырубki леса в течении n периодов (лет). В каждом периоде рубится определённое количество леса, которое сразу продаётся, рубка осуществляется в начале периода. При этом цена зависит от объёма так, что выручка от продажи V м³ равна $P(V)$. Объём древесины растущего леса увеличивается за период на c процентов. Перед началом срока аренды (перед началом 1-го периода) объём леса на участке равен V_0 . Целевым показателем эксплуатации участка является общая сумма денег, вырученная за все n периодов.

Условия 2 (С дополнением к Базовым Условиям 1, с дисконтом). В каждом периоде сумма, полученная от продажи леса, сразу кладётся в банк под q % годовых. И целевым показателем является общая сумма денег,

которая будет на счету в банке по завершению всего срока аренды, после n периодов.

Задание 1. В Условиях 1 и Условиях 2 привести вывод функций Беллмана

$Z_k^*(x_{k-1})$ и условных оптимальных управлений $u_k^*(x_{k-1})$ для $k = n; n-1; n-2$.

Задание 2. В Условиях 1 и Условиях 2 определить объёмы рубки леса в каждом периоде, и соответствующие целевые показатели, так, чтобы целевые показатели в каждом из Условий были максимальны. Использовать следующие данные: $n = 4$, $V_0 = N \cdot 10^4 \text{ м}^3$, $c = (10 + N \cdot 0,3) \%$. $P(v) = 20 \cdot V^\alpha$, $\alpha = \alpha(k)$ задано в таблице, где k - остаток от деления N на 15. $q = 3 + 0,1 \cdot N$. N - номер варианта.

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$\alpha(k)$	1/7	1/3	1/4	1/5	2/3	3/4	2/5	3/5	4/5	1/6	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7

Задание 3. В Условиях 2 определить, на сколько процентов изменится оптимальный целевой показатель, вычисленный в задании 2, если во втором периоде вырубить на 8% больше запланированного оптимального для этого периода объёма, а в последующие периоды рубить новые оптимальные объёмы, обеспечивающие (в новых условиях) максимально возможный целевой показатель.

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

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	
$100P_4$																

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. Транспортные модели и задачи в ЛП.
5. Нетривиальные примеры моделирования на базе Транспортной задачи ЛП проблем с «нетранспортным содержанием».
6. Оптимизация перевозок в логистических схемах с промежуточными пунктами.
7. Оптимизация в моделях междугородних транспортных сообщений.
8. Примеры и прикладные задачи параметрического линейного программирования.
9. Двойственность в ЛП: теоретические свойства и приложения.
10. Целочисленные задачи ЛП: алгоритмы и примеры использования.
11. Условия Куна Такера в математическом программировании: теория и приложения.
12. Выпуклые модели и задачи математическом программировании.
13. Метод множителей Лагранжа в решении оптимизационных задач математического программирования.
14. Содержательные примеры моделей и задач, решаемых с помощью динамического программирования.
15. Модели и задачи ДП оптимального управления эксплуатацией технологического оборудования.
16. Динамическая оптимизация в моделях управления запасами.

17. Моделирование и оптимизация в разработке современных маркетинговых стратегий.
18. Модели и задачи оптимального инвестирования.
19. Оптимизация производственных стратегий на предприятиях малого и среднего бизнеса.
20. Модели и оценки экстремальных транспортных потоков в городе.
21. Построение сетевых графиков технологических и бизнес-процессов.
22. Стратегии оптимизации влияния в социальных сетевых процессах.
23. Планирование управлением операций на основе временных характеристик сетевых графиков процессов.
24. Построение и анализ сетевых графиков технологических и бизнес-процессов в в популярных пакетах ПО.
25. Построение диаграмм временных затрат ресурсов в моделях СПУ.
26. Оптимизация затрат технологических и бизнес-процессов при ускорении или заморозки выполнения проекта.
27. Оптимизация дефицитных ресурсов в моделях СПУ управления затрат технологическими и бизнес-процессами.
28. Использование современных программных средств для решения нелинейных задач статической оптимизации.

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.

Теоретический диктант на знание элементов теории линейного программирования. Образец.

1. Укажите важное свойство вектора $\nabla f(\vec{x})$?
2. Что значит решить ЗЛП?
3. Привести простой пример конкретной ЗЛП в стандартной форме.
4. Где на допустимом множестве ЗЛП могут находиться решения , если они существуют?
5. С какой целью вводятся дополнительные переменные в ЗЛП?
6. Что значит "линейное" в линейном программировании?

7. Экономический смысл оптимальности плана в базовом примере ЗЛП?
8. Какие переменные в СМ - таблице называются базисными?
9. Какой стандартный экономический смысл переменных x_j в ЗЛП?
10. Как задаётся многогранник решений в ЗЛП?
11. Какой стандартный экономический смысл имеют коэффициенты a_{ij} при неизвестных переменных в ограничениях ЗЛП?
12. В чём состоит нулевой этап СМ?
13. Какие ЗЛП называются эквивалентными?
14. В чём состоит второй этап СМ?
15. Какое решение системы линейных уравнений называется базисным?
16. Если оптимальное значение третьей двойственной переменной $y_3^* = 10$, то каков реальный экономический смысл числа 10?
17. Как в СМ при переходе к следующему ОП определяют небазисную переменную, которая станет базисной ?
18. Что в СМ - методе находится с помощью "правила прямоугольника"?
19. Может ли ЗЛП иметь 5 решений? Ответ поясните.
20. * Какой смысл у чисел Δ_j , вычисляемых для определения оптимальности ОП?
21. Для чего предназначен метод искусственного базиса?
22. Какой первый случай отсутствия решений в ЗЛП?
23. Каков условный экономический смысл переменных в двойственной ЗЛП?
24. В чём состоит условный экономический смысл двойственной ЗЛП?
25. Что такое "множество уровня C функции $f(\vec{x})$ " ?



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

ШКОЛА ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Математические методы и моделирование в менеджменте»
Направление подготовки 38.03.02 Менеджмент
Профиль «Управление малым бизнесом»
Форма подготовки заочная

г. Владивосток
2015

Паспорт фонда оценочных средств

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-6 владение методами принятия решений в управлении операционной (производственной) деятельностью организаций	Знает	основные математические модели принятия решений
	Умеет	обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные; использовать полученные знания для осуществления анализа управленческих ситуаций
	Владеет	математическими, статистическими и количественными методами решения типовых организационно-управленческих задач
ОПК-7 способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знает	Основные информационные технологии и их возможности для решения задач профессиональной деятельности
	Умеет	Обрабатывать информацию с использованием современных программных продуктов
	Владеет	Навыками обработки информации с помощью информационно-коммуникационных технологий
ПК-3 владение навыками стратегического анализа, разработки и осуществления стратегии организации, направленной на обеспечение конкурентоспособности	Знает	Современные методы стратегического анализа, современные программные продукты, необходимые для решения экономико-статистических задач
	Умеет	Собирать и анализировать исходные данные для расчетов, использовать современные математический инструментарий и программное обеспечение для решения эконометрических задач, содержательно интерпретировать полученные результаты
	Владеет	Навыками стратегического анализа. Современной методикой построения эконометрических моделей.

№	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I Введение в предмет. Математические модели и задачи линейного программирования	ОПК-6 ПК-3	Знает: основные математические модели принятия решений; современные методы эконометрического анализа, современные программные продукты, необходимые для решения экономико-статистических задач	Собеседов. (УО-1), Конспект (ПР-7), (Расч.-граф. работа ПР-14) № 1-2	Вопросы к экзамену № 1-15 (УО-1)
			Умеет: обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные; использовать полученные знания для осуществления анализа управленческих ситуаций; собирать и анализировать исходные данные для расчетов, использовать современные математический инструментарий и программное обеспечение для решения эконометрических задач, содержательно интерпретировать полученные результаты	Расч.граф. работа (ПР-14) №1-2, Задачи (ПР-13) , К/Р (ПР-2) № 1	Вопросы к экзамену № 1-15 (УО-1)
			Владеет: математическими, статистическими и количественными методами решения типовых организационно-управленческих задач; навыками стратегического	Расч.граф. работа (ПР-14) №1-2, Задачи (ПР-13), К/Р (ПР-2) № 1	Вопросы к экзамену № 1-15 (УО-1)

			анализа. Современной методикой построения эконометрических моделей		
2	Раздел II. Элементы нелинейного и выпуклого программирования Оптимизационные задачи потребления и производства	ОПК-7 ПК-3	Знает: основные информационные технологии и их возможности для решения задач профессиональной деятельности; современные методы эконометрического анализа, современные программные продукты, необходимые для решения экономико-статистических задач	Собеседов. (УО-1), дискуссия (УО-4), Конспект (ПР-7).	Вопросы к экзамену № 16-29. (УО-1)
			Умеет: обрабатывать информацию с использованием современных программных продуктов; собирать и анализировать исходные данные для расчетов, использовать современные математический инструментарий и программное обеспечение для решения эконометрических задач, содержательно интерпретировать полученные результаты	Расч.граф. работа (ПР-14) № 3-4, Задачи (ПР-13), К/Р (ПР-2) № 2	Вопросы к экзамену № 19-27. (УО-1)
			Владеет: навыками обработки информации с помощью информационно-коммуникационных технологий; навыками стратегического анализа. Современной	Расч.граф. работа (ПР-14)№ 3-4, Задачи (ПР-13), К/Р (ПР-2) № 2	Вопросы к экзамену № 23-29. (УО-1)

			методикой построения эконометрических моделей		
3	Раздел III. Элементы динамического программирования (ДП)	ОПК-7 ПК-3	Знает: основные информационные технологии и их возможности для решения задач профессиональной деятельности; современные методы эконометрического анализа, современные программные продукты, необходимые для решения экономико-статистических задач	Собеседов. (УО-1), Конспект (ПР-7), дискуссия (УО-4), Реферат (ПР-4).	Вопросы к экзамену № 30-34 (УО-1)
			Умеет: обрабатывать информацию с использованием современных программных продуктов; собирать и анализировать исходные данные для расчетов, использовать современные математический инструментарий и программное обеспечение для решения эконометрических задач, содержательно интерпретировать полученные результаты	Расч.граф. работа (ПР-14) № 5-7, Задачи (ПР-13), К/Р (ПР-2) № 3	Вопросы к экзамену № 28-34 (УО-1)
			Владеет: навыками обработки информации с помощью информационно-коммуникационных технологий; навыками стратегического анализа. Современной методикой построения эконометрических моделей	Расч.граф. работа (ПР-14) № 5-7, Реферат (ПР-4), К/Р (ПР-2) № 3	Вопросы к экзамену № 30-35 (УО-1)
4	Раздел IV.	ОПК-6 ПК-3	Знает: основные математические	Собеседов. (УО-1), Конспект (ПР-7), дискуссия	Вопросы к экзамену №

<p>Модели и задачи сетевого планирования и управления (СПУ)</p>	<p>модели принятия решений; современные методы эконометрического анализа, современные программные продукты, необходимые для решения экономико-статистических задач</p>	<p>(УО-4), Реферат (ПР-4).</p>	<p>36-39 (УО-1)</p>
	<p>Умеет: обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные; использовать полученные знания для осуществления анализа управленческих ситуаций; собирать и анализировать исходные данные для расчетов, использовать современные математический инструментарий и программное обеспечение для решения эконометрических задач, содержательно интерпретировать полученные результаты</p>	<p>Расч.граф. работа (ПР-14) № 5-7, Задачи (ПР-13), К/Р (ПР-2) № 3</p>	<p>Вопросы к экзамену № 31-39 (УО-1)</p>
	<p>Владеет: математическими, статистическими и количественными методами решения типовых организационно-управленческих задач; навыками стратегического анализа. Современной методикой построения эконометрических моделей</p>	<p>Расч.граф. работа (ПР-14) № 5-7, Реферат (ПР-4), К/Р (ПР-2) № 3</p>	<p>Вопросы к экзамену № 36-39 (УО-1)</p>

**Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по
дисциплине «Математические методы и моделирование в
менеджменте»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОПК-6 владение методами принятия решений в управлении операционной (производственной) деятельностью организаций	знает (пороговый уровень)	основные математические модели принятия решений	знание основных математических моделей принятия решений	способность ориентироваться в математических моделях принятия решений
	умеет (продвинутый)	обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные; использовать полученные знания для осуществления анализа управленческих ситуаций	умение обработки эмпирических и экспериментальных данных; использование полученных знаний для осуществления анализа управленческих ситуаций	способность обработать полученные данные с использованием современного математического инструментария для осуществления анализа управленческих ситуаций
	владеет (высокий)	математическими, статистическими и количественными методами решения типовых организационно-управленческих задач	владение методами принятия решений в управлении операционной (производственной) деятельностью организаций	способность применить математические модели принятия решений в построении конкретной эконометрической модели
ОПК-7 способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	знает (пороговый уровень)	основные информационные технологии и их возможности для решения задач профессиональной деятельности	знание современных технических и программных средств, предназначенных для обработки информации	способность перечислить технические и программные средства обработки информации
	умеет (продвинутый)	обрабатывать информацию с использованием современных программных продуктов	умение проанализировать возможность применения информационно-коммуникационные технологий для решения задач профессиональной деятельности	способность оценить возможность эффективного применения информационных технологий
	владеет (высокий)	навыками обработки информации с помощью информационно-коммуникационных технологий	владение набором операций для выполнения заданий с применением информационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	способность выполнить практические задания с учетом информационной и библиографической культуры с применением информационных технологий

ПК-3 владение навыками стратегического анализа, разработки и осуществления стратегии организации, направленной на обеспечение конкурентоспособности	знает (пороговый уровень)	современные методы стратегического анализа, современные программные продукты, необходимые для решения экономико-статистических задач	знание теоретических основ построения эконометрических моделей и методов эконометрического анализа. знает основные возможности и особенности использования нескольких программных продуктов, используемых для решения эконометрических задач.	- способность ориентироваться в современных методах построения эконометрических моделей; - способность выбрать и использовать необходимый программный продукт для решения разноуровневых эконометрических задач
	умеет (продвинутый)	собирать и анализировать исходные данные для расчетов, использовать современные математический инструментарий и программное обеспечение для решения эконометрических задач, содержательно интерпретировать полученные результаты	умение собирать и обрабатывать данные для построения эконометрических моделей. умеет использовать программные продукты для решения эконометрических задач и правильно интерпретировать полученные результаты	- способность собрать данные, необходимые для построения эконометрической модели; - способность обработать полученные данные с использованием современного математического инструментария; - способность использовать программные продукты для построения эконометрических моделей; - способность содержательно интерпретировать результаты, полученные в результате проведенных исследований
	владеет (высокий)	навыками стратегического анализа. современной методикой построения эконометрических моделей.	владение навыками самостоятельной работы по сбору статистических данных и необходимых теоретических сведений для построения эконометрических моделей и их содержательной интерпретации	- способность применить собранные теоретические сведения к построению конкретной эконометрической модели; - способность проводить самостоятельные исследования в области эконометрики и представлять их результаты в виде доклада или презентации

Оценочные средства для текущей аттестации (типовые ОС по текущей аттестации и критерии оценки по каждому виду аттестации по дисциплине «Математические методы и моделирование в менеджменте»)

Типовые оценочные средства по текущей аттестации по дисциплине «Математические методы и моделирование в менеджменте» 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 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 и 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. Для производства столов и шкафов используют два вида древесины и человеческий труд. Для производства одного стола требуется древесины I вида $0,2 \text{ м}^3$, II вида $0,1 \text{ м}^3$ и $1,2$ человеко-ч.; для производства одного шкафа соответственно $0,1 \text{ м}^3$, $0,3 \text{ м}^3$ и $1,5$ человеко-ч. В распоряжении предприятия имеется 40 м^3 древесины вида I, 60 м^3 вида II и $371,4$ человеко-ч. Прибыль от реализации стола составляет 6000 руб., шкафа – 8000 руб. Найти оптимальный план производства столов и шкафов, приносящий максимальную прибыль. Сформулировать задачу ЛП и решить её графически. Указать экономический смысл всех переменных и целевой функции.

2. Составить новую задачу, двойственную к задаче из предыдущего задания и решить её, используя предыдущее решение и теоремы двойственности.

3. Решить симплекс-методом, используя, при необходимости, метод искусственного базиса. $F = x_1 - x_2 \rightarrow \max$

$$\begin{aligned} -5x_1 - 3x_2 &\geq -11 \\ 2x_1 + 7x_2 &\geq 16 \\ x_1 &\geq 0, x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

4.

		В	В	В	В	
	1	2	3	4		
1	A	6	7	3	2	80
2	A	5	1	4	3	90
3	A	3	2	6	2	70
	b	4	4	1	1	

а Решить «транспортную задачу».

1 Если решение не найдено после двух итераций, записать второй проверенный на оптимальность опорный план.

5	5	8	100	7	608
		2			
6	1	8	1	5	
0		2			
5	1	7	6	1	
2			0		
7	1	6	5	4	
0					
1	8	7	1	5	
2		2			

5. Решить задачу о назначениях.

Контрольная работа № 2 предназначена для проверки качества освоения студентами Тем №

3.1 – 3.2. Образец контрольной работы № 2

1. 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

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

2. Актив выставлен на продажу и должен быть продан в течении n временных периодов. Известно, что в каждый период поступает одно предложение о покупке по цене C_i с вероятностью P_i . Множества возможных значений цен и их вероятностей $\{C_1 \dots C_m\}$ $\{P_1 \dots P_m\}$ даны. Рассчитать оптимальную стратегию продажи, которой должен придерживаться продавец в течении всего периода продажи. $n=5, m=3$.

3. Распределить оптимальным образом денежные средства инвестора величиной X между четырьмя предприятиями. От выделенной суммы зависит прирост выпуска продукции на предприятиях, значения которых приведены в таблице.

Денежные средства, X	Прирост выпуска продукции на предприятиях			
	1	2	3	4
20	9	11	13	12
40	17	33	29	35
60	28	45	38	40
80	38	51	49	54
100	46	68	61	73

4. Участок леса сдаётся в аренду для полной вырубке леса в течении n периодов (лет). В каждом периоде рубится определённое количество леса, которое сразу продаётся, рубка осуществляется в начале периода. При этом цена зависит от объёма так, что выручка от продажи V_m^3 равна $P(V)$. Объём древесины растущего леса увеличивается за период на s процентов.

Перед началом срока аренды (перед началом 1-го периода) объём леса на участке равен V_0 . Целевым показателем эксплуатации участка является общая сумма денег, вырученная за все n периодов.

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 «Математические методы и моделирование в менеджменте» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Математическое моделирование» 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 «Математические методы и моделирование в менеджменте» проводится в соответствии с локальными нормативными

актами ДВФУ и является обязательной.

По дисциплине «Математические методы и моделирование в менеджменте» предусмотрен экзамен 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

Теоретический диктант на знание элементов теории линейного программирования. Образец.

1. Укажите важное свойство вектора $\nabla f(\vec{x})$?
2. Что значит решить ЗЛП?
3. Привести простой пример конкретной ЗЛП в стандартной форме.
4. Где на допустимом множестве ЗЛП могут находиться решения , если они существуют?
5. С какой целью вводятся дополнительные переменные в ЗЛП?
6. Что значит "линейное" в линейном программировании?
7. Экономический смысл оптимальности плана в базовом примере ЗЛП?
8. Какие переменные в СМ - таблице называются базисными?
9. Какой стандартный экономический смысл переменных x_j в ЗЛП?
10. Как задаётся многогранник решений в ЗЛП?
11. Какой стандартный экономический смысл имеют коэффициенты a_{ij} при неизвестных переменных в ограничениях ЗЛП?
12. В чём состоит нулевой этап СМ?
13. Какие ЗЛП называются эквивалентными?

14. В чём состоит второй этап СМ?
15. Какое решение системы линейных уравнений называется базисным?
16. Если оптимальное значение третьей двойственной переменной $y_3^* = 10$, то каков реальный экономический смысл числа 10?
17. Как в СМ при переходе к следующему ОП определяют небазисную переменную, которая станет базисной ?
18. Что в СМ - методе находится с помощью "правила прямоугольника"?
19. Может ли ЗЛП иметь 5 решений? Ответ поясните.
20. * Какой смысл у чисел Δ_j , вычисляемых для определения оптимальности ОП?
21. Для чего предназначен метод искусственного базиса?
22. Какой первый случай отсутствия решений в ЗЛП?
23. Каков условный экономический смысл переменных в двойственной ЗЛП?
24. В чём состоит условный экономический смысл двойственной ЗЛП?
25. Что такое "множество уровня C функции $f(\vec{x})$ " ?

2. Вопросы к экзамену.

Вопросы к экзамену по дисциплине "Математические методы и моделирование в менеджменте"

1. Простые статические задачи оптимизации. Локальный и глобальный максимум, необходимые условия.
2. Градиент и множества уровня функции. Свойства и экономические интерпретации.
3. Задача о "диете" и другие примеры экономических ситуаций, приводящих к задачам ЛП. Математическая формулировка задачи ЛП, основные определения.
4. Базовый пример задачи ЛП (планирование выпуска продукции), экономическая интерпретация переменных и всех коэффициентов.
5. Геометрическая постановка задачи ЛП и графический метод её решения. Выводы и свойства решений задачи ЛП.

6. Каноническая форма задачи ЛП, опорные планы (ОП) задачи и их связь с решением задачи.
7. Симплекс – метод (СМ) решения задачи ЛП: основные этапы. Проверка ОП на оптимальность.
8. Симплекс – метод (СМ) решения задачи ЛП: этап перехода от неоптимального ОП к следующему.
9. Нахождение начального ОП в решении задачи ЛП: метод "искусственного базиса".
10. Двойственность в ЛП. Двойственные задачи и их экономические интерпретации.
11. Теоремы двойственности, использование для решения задач ЛП..
12. Оптимальные значения двойственных переменных: их условный и реальный экономический и математический смыслы.
13. Условия "устойчивости" решений в задачах ЛП. Зависимость решений от правых частей (ресурсов).
14. "Транспортная задача": определения, табличная и математическая формулировки, замкнутость. Начальные опорные планы в ТЗ; вырожденность ОП
15. "Транспортная задача": "потенциалы" и проверка ОП на оптимальность .
16. "Метод потенциалов": этапы, переход к новому ОП по циклу пересчета.
17. Использование Excel и облачных сервисов для решения задач ЛП.
18. Моделирование на базе ТЗ, базовый пример про предприятие с двумя цехами.
19. Задача о назначениях, алгоритм решения, примеры.
20. Базовый пример использования модели "задачи о назначениях": составления расписания междугородних сообщений.

21. Общая схема математического моделирования, составления и решения оптимизационной задачи с использованием линейного программирования (ЛП).
22. Формулировка общей задачи математического программирования (МП), геометрический смысл. Условные локальный и глобальный экстремумы в задаче МП.
23. Функции Лагранжа и метод множителей Лагранжа в решении задачи МП в канонической форме.
24. Условия Куна -Такера для локального экстремума.
25. Выпуклые множества. Выпуклые и вогнутые функции. Свойства.
26. Выпуклые задачи МП. Условия Куна-Таккера как необходимые и достаточные.
27. Зависимость решения от параметров.
28. Примеры оптимизационных задач с функциями полезности и Кобба-Дугласа.
29. Структура и элементы дискретной задачи динамического программирования (ДП): фазовые переменные, управления, траектории и т.д. Постановка задачи ДП.
30. Принцип оптимальности Беллмана в задачах ДП. Функции и уравнения Беллмана.
31. Общая схема решения оптимизационных задач методом ДП. Прямой и обратный ход (схемы) расчётов.
32. Задача оптимального инвестирования группы предприятий. Постановка, элементы и этапы решения. Экономические смыслы переменных и функций.
33. Задача об оптимальной стратегии продажи экономического актива. Постановка, определения, особенности реализации схемы ДП. Смыслы функций.
34. Задача о заготовке леса. Постановка, элементы и этапы решения. Экономические смыслы переменных и функций. Вывод формул.
35. Задачи сетевого планирования и управления (СПУ), методы СРМ и PERT, сетевой график, правила построения.

36. Основные временные характеристики сетевого графика и ключевые элементы.

37. График Ганта и диаграммы использования ресурсов.

38. Оптимизационные задачи СПУ, оптимизация ускорения проектов.

39. Оптимизационные задачи СПУ, оптимизация использования ресурсов.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене
по дисциплине «Математические методы и моделирование в
менеджменте»**

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«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	«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	«удовлетвори-тельно»	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.
0-60	«неудовлетво-ри-тельно»	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.

