

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»
(ННГУ)**

Институт экономики и предпринимательства

УТВЕРЖДЕНО
решением президиума Ученого совета ННГУ
протокол от
«20» апреля 2021 г. № 1

**Рабочая программа дисциплины
“ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ”**

Направление подготовки (специальность)

38.03.01 «Экономика»

Профиль подготовки (специализация)

«Экономика, международный бизнес и предпринимательство»

Квалификация (степень) выпускника

бакалавр

(магистр, специалист, бакалавр)

Форма обучения

Очная, очно-заочная, заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Нижний Новгород

2021

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Экономико-математические методы и модели» относится к вариативной части ООП Блока 1 «Дисциплины, модули», обязательные дисциплины, ООП по направлению подготовки 38.03.01 Экономика. Профиль: Экономика, международный бизнес и предпринимательство. Изучается в 5 семестре.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) вариативная часть	Дисциплина Б1.В.ДВ.10.1 «Экономико-математические методы и модели» относится к части ООП направления подготовки 38.03.01 Экономика, формируемой участниками образовательных отношений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-4 Способность на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты	З1 (ПК-4) Знать , какие математические методы можно использовать для анализа и управления экономическими системами. У1 (ПК-4) Уметь использовать полученные знания для осуществления анализа экономических объектов и управленческих ситуаций В1 (ПК-4) Владеть навыками принятия оптимальных решений, основанных на использовании экономико-математических методов.
ОПК-3 Способность выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы	З1 (ОПК-3) Знать современные инструментальные средства для обработки экономических данных. У1 (ОПК-3) Уметь проводить формализацию задач принятия решений применительно к экономике, выбирать методы решения этих задач и проводить экономическую интерпретацию полученных результатов. В1 (ОПК-3) Владеть современными инструментальными средствами для решения задач принятия оптимальных решений.

3. Структура и содержание дисциплины «Экономико-математические методы и модели»

Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ	4 ЗЕТ	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану	144	144	144
в том числе			
аудиторные занятия (контактная работа):	30	30	14
- занятия лекционного типа	14	14	4
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	14	14	8
самостоятельная работа	60	78	121
КСР	2	2	2
Промежуточная аттестация – экзамен	54	36	9

Содержание дисциплины:

Тема 1. Системный подход к задачам принятия решений.

Особенности социально-экономических объектов и процессов принятия решений. Общая теория систем. Системный анализ как средство решения сложных проблем. Методы моделирования систем. Соотношение формализованных математических методов и методов, направленных на активизацию использования интуиции и опыта специалистов - лиц, принимающих решения (ЛПР). Оптимизационный подход. Задачи математического программирования.

Тема 2. Моделирование экономических систем с помощью линейных математических моделей.

Линейные математические модели в экономических исследованиях. Математическая формулировка задачи линейного программирования. Каноническая, симметричная и общая формы задач линейного программирования, приведение задач от одной эквивалентной формы к другой. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования (метод последовательного улучшения плана). Варианты разрешимости задачи.

Предупреждение заикливания. Метод искусственного базиса нахождения начального опорного плана и решения задачи линейного программирования. Пакеты прикладных программ и диалоговые системы решения задач линейного программирования.

Тема 3. Теория двойственности в линейном программировании.

Двойственная задача и ее экономическая интерпретация. Методика построения двойственных задач. Теоремы двойственности и их экономическая интерпретация. Двойственный симплекс-метод(метод последовательного улучшения оценок).

Тема 4. Послеоптимизационный анализ задач линейного программирования.

Анализ оптимального решения задачи на чувствительность к изменению параметров. Построение областей устойчивости решений или двойственных оценок. Добавление нового ограничения. Добавление новой переменной. Анализ объемов закупаемых ресурсов в задаче технико-экономического планирования с использованием диалоговой системы решения и анализа задач линейного программирования.

Тема 5. Нелинейное программирование.

Задачи безусловной оптимизации, необходимые и достаточные условия экстремума. Задачи условной оптимизации, метод множителей Лагранжа, необходимые и достаточные условия экстремума. Задачи выпуклого программирования, теорема Куна-Таккера.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины , форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)			В том числе																	
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них															Самостоятельная работа обучающегося, часы		
				Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Контроль самостоятельной работы			Всего					
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная
Тема 1. Системный подход к задачам принятия решений	8	18	27	2	2	1	2	2	2							4	4	3	4	14	24
Тема 2. Моделирование экономических систем с помощью линейных математических моделей	30	26	27	6	6	1	6	6	2							12	12	3	18	14	24
Тема 3. Теория двойственности в линейном программировании	28	22	27	4	4	1	4	4	2							8	8	3	20	14	24
Тема 4. Послеоптимизационный анализ задач линейного программирования	10	20	26	1	1	1	1	1	1							2	2	2	9	14	24
Тема 5. Нелинейное программирование	12	22	28	1	1	-	1	1	1				2	2	2	4	3	1	9	22	25
Промежуточная аттестация экзамен для очной формы – 54 часа экзамен для очно-заочной формы – 36 часов экзамен заочная форма – 9 часов																					
Итого	144	144	144	14	14	4	14	14	8				2	2	2	30	30	14	60	78	121

Практические занятия организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий в форме практической подготовки отводится 14 (для заочной формы обучения 8) часов. Практическая подготовка предусматривает решение прикладных задач по профилю профессиональной деятельности и направленности образовательной программы.

Практическая подготовка направлена на формирование компетенций – ПК-4 и ОПК-3 и на формирование и развитие практических навыков в соответствии с профилем ОП:

- Способность на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты.
- Способность выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа. Промежуточная аттестация проходит в форме экзамена, включающего традиционные ответы на вопросы по программе дисциплины и практические задания.

4. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 38.03.01 Экономика, профиль «Экономика, международный бизнес и предпринимательство» реализация компетентного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При чтении лекций используются как традиционные методы, так и средства презентаций.

При выполнении расчетных работ и практических занятий используются разработанные на кафедре Информационных технологий и инструментальных методов в экономике программные средства, позволяющие в демонстрационном режиме осваивать методы принятия оптимальных решений, а также в обучающем режиме принимать непосредственное участие в процессе принятия решений (диалоговые системы IBLP, VISUAL SIMPLEX).

Для выполнения расчетных и самостоятельных работ используются пакеты прикладных программ Excel, Matlab, SimplexWin.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для обучающихся с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Обучающимся с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Материал, представляемый для оценки	Формы контроля и оценки		
Тестирование	Оценка	результатов	тестирования

	преподавателем
Выполнение расчетных работ	Разбор поставленной задачи. Проверка отчета преподавателем.
Выполнение практических заданий	Разбор практических заданий. Оценка результатов преподавателем.
Выполнение контрольных работ	Оценка результатов контрольной работы преподавателем

Преподавание учебной дисциплины «Экономико-математические методы и модели» строится на сочетании лекций, практических занятий и различных форм самостоятельной работы бакалавров.

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекции с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении практических занятий с использованием учебного и научного оборудования, выполнения проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий.

Самостоятельная работа студентов включает:

1. Изучение учебной литературы по курсу.
2. Выполнение расчетных работ и составление отчетов.
3. Решение контрольных работ.
4. Работу с ресурсами Интернет.
5. Подготовку к тестированию по темам курса «Экономико-математические методы и модели»
6. Подготовку к экзамену по курсу «Экономико-математические методы и модели».

Для обеспечения самостоятельной работы используется электронный курс (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=4503>) «Экономико-математические методы и модели в управлении – ТО, УП» (автор – Козина А.Т.), созданный в системе электронного обучения ННГУ (<https://e-learning.unn.ru/>).

Расчетные работы требуют от студента подбора и формулировки экономической постановки задачи, решаемой изучаемыми методами, вычислительный эксперимент с помощью предложенных программных средств, составление отчета с обоснованием всех выполняемых действий.

Задания к домашним расчетным работам

Расчетная работа 1. Изучение свойств области допустимых решений задачи линейного программирования.

1.1 По содержательному описанию экономической задачи построить математическую модель задачи линейного программирования. Привести задачу к канонической форме. В канонической форме модель должна содержать 3-4 ограничения и 5-6 переменных.

1.2 Найти все базисные решения с помощью диалоговой системы решения и анализа задач линейного программирования IBLP или VisualSimplex.

1.3 Решить задачу графически в пространстве двух произвольно выбранных свободных переменных. Произвести вручную необходимые для этого преобразования задачи к симметричной форме. Отобразить на графике все базисные решения, выделить среди них опорные.

1.4 Повторить все геометрические построения в пространстве двух других свободных переменных.

1.5 Пользуясь полученными графиками, сформулировать свойства области допустимых решений задачи линейного программирования. Объяснить, в каких случаях число базисных решений будет меньше теоретически возможного.

Расчетная работа 2. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом. Варианты разрешимости задачи.

2.1 По содержательному описанию экономической задачи построить математическую модель задачи линейного программирования.

2.2 Найти начальный опорный план методом вспомогательной задачи и оптимальное решение симплекс-методом вручную и в обучающем режиме работы диалоговой системы решения и анализа задач линейного программирования IBLP, VisualSimplex. Объяснить правила перехода от одной симплекс-таблицы к другой (признак оптимальности, возможность улучшения плана, выбор переменных, вводимой и выводимой из базиса).

2.3 Изменить условия задачи так, чтобы:

- задача имела единственное оптимальное решение;
- задача имела множество оптимальных решений. Записать его параметрически;
- задача была неразрешима из-за неограниченности целевой функции;
- задача была разрешима при неограниченности области допустимых решений;
- задача имела вырожденное оптимальное решение.
- задача была неразрешима из-за несовместности системы ограничений;

Сформулировать аналитические признаки указанных ситуаций.

Дать геометрическую интерпретацию каждого варианта.

2.5 Для сгенерированной задачи линейного программирования с 10 ограничениями и 15 переменными в симметричной форме найти оптимальные решения задач максимизации и минимизации симплекс-методом в обучающем режиме работы диалоговой системы IBLP, VisualSimplex. В отчете привести количество итераций, общее время решения каждой задачи и среднее время, затраченное на одну итерацию.

Расчетная работа 3. Теория двойственности в задачах линейного программирования.

3.1 По содержательной постановке экономической задачи построить математическую модель задачи линейного программирования.

3.2 Выбрать метод (симплекс-метод, метод искусственного базиса или двойственный симплекс-метод) и решить задачу с помощью диалоговой системы решения и анализа задач линейного программирования IBLP, VisualSimplex. Привести в отчете симплекс-таблицу полученного оптимального решения.

3.3 Дать экономическую интерпретацию полученного оптимального решения.

3.4 Построить двойственную задачу. Дать экономическую интерпретацию двойственной задачи.

3.5 Получить оптимальное решение двойственной задачи четырьмя способами:

- с помощью диалоговой системы IBLP VisualSimplex;
- по второй теореме двойственности;
- через матрицу, обратную к базисной;
- из оптимальной симплекс-таблицы прямой задачи.

Сравнить полученные результаты.

3.5 Дать экономическую интерпретацию трех теорем двойственности.

Расчетная работа 4. Послеоптимизационный анализ задач линейного программирования.

Выполнить послеоптимизационный анализ задачи, поставленной и решенной в третьей расчетной работе. Привести экономическую интерпретацию всех производимых изменений условий задачи.

4.1 Анализ чувствительности оптимального решения задачи к изменению свободных членов ограничений.

– Найти интервалы устойчивости двойственных оценок к изменению свободных членов ограничений.

– Найти оптимальные решения при конкретных изменениях свободных членов ограничений внутри и вне интервалов устойчивости.

– Найти область устойчивости двойственных оценок к одновременному изменению двух свободных членов ограничений. Построить эту область графически. Найти оптимальные решения при конкретных изменениях внутри и вне области.

– Поставить и решить с помощью диалоговой системы IBLP, VisualSimplex задачу анализа дополнительно закупаемых объемов ресурсов задачи объемного планирования с целью обеспечения наибольшей эффективности планирования.

4.2 Анализ чувствительности оптимального решения задачи к изменению коэффициентов целевой функции.

– Найти интервалы устойчивости оптимального решения к изменению коэффициентов целевой функции при базисных и свободных переменных.

– Найти оптимальные решения при конкретных изменениях коэффициентов внутри и вне интервалов устойчивости.

4.3 Анализ чувствительности оптимального решения задачи к изменению технологических коэффициентов.

– Найти интервалы устойчивости оптимального решения к изменению технологических коэффициентов при свободных переменных оптимального решения.

– Найти оптимальные решения при конкретных изменениях технологических коэффициентов внутри и вне интервалов устойчивости.

4.4 Определить оптимальное решение задачи при введении новой переменной.

4.5 Определить оптимальное решение задачи при введении нового ограничения.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций

ПК-4- способность на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<u>Знания</u> <i>Знать</i> какие математические методы можно использовать для анализа и управления экономическими системами	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала с рядом негрубых ошибок	Знание основного материала с рядом заметных погрешностей	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок и погрешностей	Знание основного и дополнительным материала без ошибок и погрешностей
<u>Умения</u> <i>Уметь</i> использовать полученные знания для осуществления анализа экономических	Полное отсутствие умения использовать полученные знания для осуществления анализа экономических	Отсутствует умение использовать полученные знания для осуществления анализа	Умение использовать полученные знания для осуществления экономического объектов и	Умение использовать полученные знания для осуществления экономического объектов и	Умение использовать полученные знания для осуществления анализа экономического	Умение использовать полученные знания для осуществления анализа экономического	Умение использовать полученные знания для осуществления анализа экономического

ких объектов и управленческих ситуаций	ких объектов и управленческих ситуаций	экономических объектов и управленческих ситуаций	управленческих ситуаций, с ошибками	управленческих ситуаций, с незначительными ошибками	ских объектов и управленческих ситуаций, с погрешностями	ских объектов и управленческих ситуаций, с незначительными погрешностями	еских объектов и управленческих ситуаций
<u>Навыки</u> <i>Владеть</i> навыками принятия оптимальных решений, основанных на использовании экономикоматематических методов	Полное отсутствие навыков принятия оптимальных решений, основанных на использовании экономикоматематических методов	Отсутствие навыков принятия оптимальных решений, основанных на использовании экономикоматематических методов	Наличие минимальных навыков принятия оптимальных решений, основанных на использовании экономикоматематических методов	Посредственное владение навыкам принятия оптимальных решений, основанных на использовании экономикоматематических методов	Достаточное владение навыкам принятия оптимальных решений, основанных на использовании экономикоматематических методов	Хорошее владение навыкам принятия оптимальных решений, основанных на использовании экономикоматематических методов	Всестороннее владение навыками принятия оптимальных решений, основанных на использовании экономикоматематических методов деятельности
Мотивация (личностное отношение)	Полное отсутствие активности и мотивации	Активность и мотивация слабо выражены, готовность решать поставленные задачи качественно отсутствует	Активность и мотивация низкие, слабо выражены, стремление решать задачи качественно	Активность и мотивация проявляются на среднем уровне, демонстрируется готовность выполнять поставленные задачи на среднем уровне качества	Активность и мотивация проявляются на уровне выше среднего, демонстрируется готовность выполнять большинство поставленных задач на высоком уровне качества	Активность и мотивация проявляются на высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять все поставленные задачи на высоком уровне качества	Активность и мотивация проявляются на очень высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять нестандартные дополнительные задачи на высоком уровне качества
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

ОПК-3: способность выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<u>Знания</u> <i>Знать</i> современные инструментальные средства для обработки экономических данных	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала с рядом негрубых ошибок	Знание основного материала с рядом заметных погрешностей	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок и погрешностей	Знание основного и дополнительным материала без ошибок и погрешностей
<u>Умения</u> <i>Уметь</i> проводить формализацию задач принятия решений применительно к экономике, выбирать методы решения этих задач и проводить экономическую интерпретацию полученных результатов	Полное отсутствие умения проводить формализацию задач принятия решений применительно к экономике, выбирать методы решения этих задач и проводить экономическую интерпретацию полученных результатов	Отсутствует умение проводить формализацию задач принятия решений применительно к экономике, выбирать методы решения этих задач и проводить экономическую интерпретацию полученных результатов	Умение проводить формализацию задач принятия решений применительно к экономике, выбирать методы решения этих задач и проводить экономическую интерпретацию полученных результатов, с ошибками	Умение проводить формализацию задач принятия решений применительно к экономике, выбирать методы решения этих задач и проводить экономическую интерпретацию полученных результатов, с незначительными ошибками	Умение проводить формализацию задач принятия решений применительно к экономике, выбирать методы решения этих задач и проводить экономическую интерпретацию полученных результатов, с погрешностями	Умение проводить формализацию задач принятия решений применительно к экономике, выбирать методы решения этих задач и проводить экономическую интерпретацию полученных результатов, с незначительными погрешностями	Умение использовать полученные знания для осуществления анализа экономических объектов и управленческих ситуаций
<u>Навыки</u> <i>Владеть</i> современными инструментальными средствами для решения задач принятия оптимальных решений	Полное отсутствие владения современными инструментальными средствами для решения задач принятия оптимальных	Отсутствие владения современными инструментальными средствами для решения задач принятия оптимальных	Наличие минимальных навыков владения современными инструментальными средствами для решения задач принятия	Посредственное владение современными инструментальными средствами для решения задач принятия оптимальных	Достаточное владение современными инструментальными средствами для решения задач принятия оптимальных	Хорошее владение современными инструментальными средствами для решения задач принятия оптимальных	Всестороннее владение современными инструментальными средствами для решения задач принятия оптимальных

	решений	ных решений	оптимальн ых решений	решений	ных решений	решений	ьных решений
Мотивация (личностно е отношение)	Полное отсутствие активности и мотивации	Активност ь и мотивация слабо выражены , готовност ь решать поставлен ные задачи качествен но отсутствуе т	Активность и мотивация низкие, слабо выражены, стремление решать задачи качественно	Активность и мотивация проявляютс я на среднем уровне, демонстрир уется готовность выполнять поставленн ые задачи на среднем уровне качества	Активност ь и мотивация проявляютс я на уровне выше среднего, демонстри руется готовност ь выполнять большинс тво поставлен ных задач на высоком уровне качества	Активност ь и мотивация проявляютс я на высоком уровне, демонстри руется готовност ь выполнять все поставлен ные задачи на высоком уровне качества	Активнос ть и мотиваци я проявляютс я на очень высоком уровне, демонстр ируется готовност ь выполнят ь не стандартн ые дополнит ельные задачи на высоком уровне качества
Шкала оценок по проценту правильно выполненн ых контрольн ых заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

6.2. Описание шкал оценивания

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен включает устную и письменную часть. Устная часть экзамена заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ. Практическая часть экзамена предусматривает разбор практической ситуации (решение задачи, теста).

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждая теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях.

	100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий
Отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждает теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше
Очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%.
Хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.
Удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал практические занятия. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.
Неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.
Плохо	Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- тестирование;
- устные и письменные ответы на вопросы.

Оценка выполнения тестовых заданий рассчитывается в следующем процентном соотношении:

Шкала оценивания	Показатели
Превосходно	90% -100%
Отлично	80% -90%
Очень хорошо	70%-80%
Хорошо	60%-70%
Удовлетворительно	40%-60%
Неудовлетворительно	10%-40%
Плохо	Менее 10%

Критерии оценки расчетных задач

Результатом проверки компетенций на разных этапах формирования, полученных обучающимся в ходе освоения данной дисциплины, является оценка, выставляемая по семибалльной балльной шкале в соответствии со следующими критериями:

1. Полнота и правильность ответа
2. Степень осознанности и понимания изученного материала
3. Языковое оформление ответа

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	Материал изложен полно, даны правильные определения основных понятий; Обнаружено понимание материала, обучающийся обосновывает свои суждения, применяет знания на практике, приводит примеры не только из учебника, но и самостоятельно сформулированные; Материал изложен последовательно и грамотно с точки зрения норм литературного языка
Отлично	Материал изложен полно; Обнаружено понимание материала; Материал изложен последовательно и грамотно с точки зрения норм литературного языка
Очень хорошо	Ответ удовлетворяет тем же требованиям, что и для отметки «отлично», но обучающийся допускает 1-2 ошибки, которые способен исправить
Хорошо	Ответ удовлетворяет тем же требованиям, что и для отметки «очень хорошо», но обучающийся допускает 1-2 ошибки, которые способен исправить, и 1-2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого материала.
Удовлетворительно	Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но: 1. материал изложен неполно, допущены неточности в определении понятий или в формулировках правил; 2. не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и приводить примеры; 3. излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении ответа
Неудовлетворительно	Обучающийся обнаруживает незнание большей части ответа соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, непоследовательно и неуверенно излагает материал
Плохо	Обучающийся обнаруживает незнание ответа соответствующего вопроса

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- практические контрольные задания, включающих одну или несколько задач

Критерии оценки выполненных контрольных работ	
Оценка	Критерии оценивания
Превосходно	изложение материала логично, грамотно, без ошибок; свободное владение профессиональной терминологией.
Отлично	изложение материала логично, без ошибок; умение высказывать и обосновать свои суждения; теория связана с практикой
Очень хорошо	обучающийся грамотно излагает материал; ориентируется в материале, владеет профессиональной терминологией, осознанно применяет, ответ правильный, полный, с незначительными неточностями или недостаточно полный
Хорошо	обучающийся грамотно излагает материал; владеет профессиональной терминологией, осознанно применяет, ответ полный, с неточностями или недостаточно полный
Удовлетворительно	обучающийся излагает материал неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для выполнения задания, не может доказательно обосновать свои суждения; обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала.
Неудовлетворительно	в ответе обучающегося проявляется незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении, не может применять знания для выполнения задания
Плохо	отсутствуют необходимые теоретические знания; допущены ошибки в определении понятий, искажен их смысл

Регламент проведения и критерии оценки решения практических заданий

Решение практических заданий обучаемым включает: изучение условий задачи (описанной ситуации) и ответы на поставленные в задании вопросы.

При выполнении данного задания обучаемому обязательно необходимо использовать теоретический материал изучаемой дисциплины и обосновывать с его помощью свой ответ.

Перед ответом на поставленные в задании вопросы, обучаемому необходимо внимательно ознакомиться с условиями задачи, выявив значимые для нахождения решения обстоятельства.

Ответы на поставленные в задаче вопросы должны быть мотивированными, обоснованными и развернутыми. Ответы: «да», «нет» не допускаются.

Оценка	Уровень подготовленности
Превосходно	Задание выполнено в полном объеме (все поставленные задачи решены), ответ логичен и обоснован, обучаемый отвечает четко и последовательно, показывает глубокое знание основного и дополнительного материала.
Отлично	Задание выполнено в полном объеме (все поставленные задачи решены), ответ логичен и обоснован, обучаемый

	отвечает четко и последовательно, показывает глубокое знание основного материала
Очень хорошо	Задание выполнено в полном объеме (все поставленные задачи решены), ответ логичен и обоснован, обучаемый отвечает четко и последовательно, показывает глубокое знание материала, допущено не более 2 неточностей не принципиального характера
Хорошо	Задание выполнено в полном объеме (все поставленные задачи решены), ответ логичен и обоснован, допущены неточности не принципиального характера, но обучаемый показывает систему знаний по теме своими ответами на поставленные вопросы
Удовлетворительно	Задание выполнено не в полном объеме (решено более 50% поставленных задач), но обучаемый допускает ошибки, нарушена последовательность ответа, но в целом раскрывает содержание основного материала
Неудовлетворительно	Задание выполнено не в полном объеме (решено менее 50% поставленных задач), обучаемый дает неверную информацию при ответе на поставленные задачи, допускает грубые ошибки при толковании материала, демонстрирует незнание основных терминов и понятий.
Плохо	Задание не выполнено, обучаемый демонстрирует полное незнание материала

Для проведения итогового контроля сформированности компетенции используются: устный опрос, решение практических задач

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Вопросы к экзамену

Вопрос	Код формируемой компетенции
Оптимизационный подход в задачах моделирования экономических систем	ПК-4
Примеры прикладных задач линейного программирования	ПК-4
Этапы построения линейных математических моделей	ОПК-3
Различные формы моделей задач ЛП	ПК-4
Каноническая форма модели задачи ЛП. Приведение к канонической форме	ПК-4
Симметричная форма модели задачи ЛП. Приведение к симметричной форме	ПК-4
Геометрическая интерпретация и графическое решение	ПК-4

задачи ЛП	
Доказать теорему о выпуклости множества допустимых решений задачи ЛП	ПК-4
Угловые точки выпуклого множества. Доказать, что оптимальное решение задачи ЛП достигается в угловой точке	ПК-4
Опорные и базисные решения задачи ЛП. Базис опорного плана. Способы разложения векторов условий и вектора ограничений задачи ЛП по векторам базиса	ПК-4
Доказать теорему о связи опорных решений с угловыми точками области допустимых решений	ПК-4
Симплекс-метод решения задачи ЛП	ПК-4
Представление параметров задачи ЛП через базисные вектора опорного плана	ПК-4
Доказать признак оптимальности опорного плана	ОПК-3
Доказать теорему о возможности улучшения опорного плана	ОПК-3
Доказать условие неограниченности целевой функции задачи ЛП	ОПК-3
Доказать теорему о возможности построения нового опорного плана, улучшающего текущий опорный план	ОПК-3
Обосновать признак альтернативности оптимального плана	ОПК-3
Вырожденная задача ЛП и особенности ее решения	ПК-4
Правила построения симплекс таблиц	ОПК-3
Способы построения начального опорного плана	ОПК-3
Метод вспомогательной задачи определения начального опорного плана задачи линейного программирования	ОПК-3
Метод искусственного базиса решения задачи линейного программирования	ОПК-3
Особенности применения метода искусственного базиса для задачи ЛП в симметричной форме с ограничениями типа больше или равно	ОПК-3
Векторное представление элементов симплекс-таблиц	ОПК-3
Методика построения двойственных задач ЛП	ОПК-3
Экономическая интерпретация двойственных задач ЛП	ПК-4
Доказать взаимную сопряженность пары двойственных задач	ПК-4
Доказать основное неравенство теории двойственности	ПК-4
Доказать достаточное условие оптимальности планов пары двойственных задач	ПК-4
Доказать первую теорему двойственности	ПК-4
Экономическая интерпретация первой теоремы двойственности	ОПК-3
Доказать необходимое и достаточное условие	ПК-4

разрешимости задач двойственной пары	
Варианты разрешимости задач двойственной пары	ОПК-3
Доказать вторую теорему двойственности	ПК-4
Экономическая интерпретация второй теоремы двойственности	ОПК-3
Двойственный критерий оптимальности решения задачи ЛП	ОПК-3
Проверка оптимальности плана задачи ЛП с использованием свойств взаимосопряженной пары двойственных задач	ОПК-3
Определение оптимального решения двойственной задачи по оптимальному решению исходной задачи ЛП	ОПК-3
Доказать третью теорему двойственности.	ПК-4
Экономическая интерпретация третьей теоремы двойственности	ОПК-3
Послеоптимизационный анализ задачи ЛП. Обзор возможностей	ОПК-3
Доказать условие устойчивости двойственных оценок при изменении свободных членов ограничений задачи ЛП	ПК-4
Построение области и интервалов устойчивости двойственных оценок	ПК-4
Анализ чувствительности оптимального решения задачи ЛП к изменению свободных членов ограничений	ОПК-3
Анализ чувствительности оптимального решения задачи ЛП к изменению коэффициентов целевой функции	ОПК-3
Анализ чувствительности оптимального решения задачи ЛП к изменению технологических коэффициентов	ОПК-3
Послеоптимизационный анализ задачи ЛП. Добавление нового вида производственной деятельности	ОПК-3
Послеоптимизационный анализ задачи ЛП. Добавление нового ограничения	ОПК-3
Двойственный симплекс-метод решения задач ЛП	ПК-4
Значение теории двойственности для теории и практики линейного программирования	ОПК-3
Постановка задачи математического программирования	ПК-4
Локальные и глобальные экстремумы функции	ПК-4
Положительно и отрицательно определенные квадратичные формы. Необходимые и достаточные условия	ПК-4
Необходимые условия локального безусловного экстремума	ПК-4
Достаточные условия локального безусловного экстремума	ПК-4
Метод множителей Лагранжа решения задачи определения условного экстремума функции	ОПК-3
Необходимые условия локального условного экстремума	ПК-4
Достаточные условия локального условного экстремума	ПК-4

Задачи выпуклого программирования	ПК-4
Теорема Куна-Таккера о необходимых и достаточных условиях оптимального решения задачи выпуклого программирования	ПК-4

Типовые задания

Задание 1

Для производства тканей четырех артикулов используется два вида сырья - синтетическая и шерстяная пряжа. Запасы сырья составляют 40 и 30 кг соответственно. Нормы затрат каждого сырья на единицу продукции даны в таблице

Артикул Сырье	1	2	3	4
Синтетическая пряжа (кг/м)	2	1	1	0
Шерстяная пряжа (кг/м)	1	1	3	1

Цены единицы продукции составляют 4, 3, 6, 1 тыс. руб/м соответственно.

1. Построить математическую модель и определить план производства, максимизирующий суммарный доход.
2. Построить двойственную задачу, найти ее решение. Дать экономическую интерпретацию задачи и ее оптимального решения.
3. Оценить целесообразность закупки шерстяной пряжи по цене 1.5 тыс. руб./кг. Если закупка целесообразна, то в каких объемах?

Задание 2

Семья из 10 человек обеспечивает потребность в витаминах А, В, С закупкой абрикосов и яблок по цене соответственно 90 и 30 руб. за кг. Содержание витаминов в продуктах (в миллиграммах на килограмм продукта) указано в таблице

Витамины Продукт	А	В	С
Абрикосы	1	1	2
Яблоки	0	1	1

Ежедневная потребность в витаминах составляет 0.2, 0.5 и 0.8 мг соответственно.

1. Построить математическую модель и определить план закупок продуктов наименьшей стоимости.

2. Построить двойственную задачу, найти ее решение. Дать экономическую интерпретацию задачи и ее оптимального решения.

3. Определить изменение плана закупок и его стоимости, если потребность в витаминах изменяется с 0.2, 0.5, 0.8 до 0.4, 0.6, 1.1 мг соответственно.

Задание 3

Целлюлозно-бумажный комбинат на берегу озера Байкал может работать по двум технологическим режимам. По первому в течение смены расходуется 100 м^3 древесины, производится 50 т целлюлозы, 60 ц лигнитов (материалы, используемые в химической промышленности) и сбрасывается в озеро 10 кг отравляющих веществ. По второму технологическому режиму за смену расходуется 120 м^3 древесины, производится 75 т. целлюлозы, 30 ц. лигнитов и сбрасывается в озеро 25 кг отравляющих веществ.

Годовой план производства составляет 15 тыс. т. целлюлозы и 1.2 тыс. т. лигнитов. Предельно допустимые годовые нормы выброса отравляющих веществ составляют 5 тонн.

1. Построить математическую модель и определить время работы комбината по каждой технологии, обеспечивающее выполнение плана при минимальном расходе древесины.

2. Построить двойственную задачу, найти ее решение. Дать экономическую интерпретацию задачи и ее оптимального решения.

3. Определить, как изменяется оптимальное решение и значение критерия, если учесть ограничения на кислотные выбросы в атмосферу. За одну смену по первой технологии выбрасывается 1 кг, по второй - 3 кг кислотных выбросов. Предельно допустимые годовые нормы - 360 кг.

Задание 4

Для производства двух типов деталей может быть использовано четыре технологии. Количество производимых деталей за час времени работы по технологии указано в таблице.

Технология Деталь	1	2	3	4
I	1	1	0	1
II	2	0	1	1

План производства деталей составляет 50 и 60 деталей соответственно. Затраты на обеспечение часа работы по каждой технологии составляют 8, 3, 4 и 5 тыс. руб. соответственно.

1. Построить математическую модель и определить интенсивность (время) использования каждой технологии для выполнения плана с минимальными затратами.

2. Построить двойственную задачу, найти ее решение. Дать экономическую интерпретацию задачи и ее оптимального решения.

3. Построить область устойчивости двойственных оценок. Как изменяется решение и оптимальное значение критерия, если план по деталям первого типа возрастает на 20, второго - на 30 деталей?

Задание 5

В состав полиметаллических руд, добываемых на шахтах А и В входят свинец, цинк, медь. Содержание цветных металлов (в кг/т) в руде шахт даны в таблице

Металл Шахта	Свинец	Цинк	Медь
А	3	1	1
В	1	3	1

Руда поступает на переработку с целью получения чистых цветных металлов. Затраты на добычу и переработку 1 т. руды составляют для шахты А 10 тыс. руб., для шахты В - 20 тыс. руб. Ежедневные нормы производства цветных металлов составляют 60, 60 и 40 кг соответственно.

1. Построить математическую модель и определить оптимальный дневной план добычи и переработки с точки зрения минимизации затрат.

2. Построить двойственную задачу, найти ее решение. Дать экономическую интерпретацию задачи и ее оптимального решения.

3. Как изменится план добычи и оптимальные затраты, если суточная норма производства меди возрастет на 10%, цинка - уменьшится на 15%?

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ №630-ОД от 29.12.2017

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Новиков, А. И. Экономико-математические методы и модели [Электронный ресурс]: Учебник для бакалавров / А. И. Новиков. — 3-е изд. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2020. — 532 с. – ISBN 978-5-394-03782-5 – Режим доступа: <https://znanium.com/read?id=358116>

2. Орлова, И. В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование [Электронный ресурс]: Учебное пособие /

И. В. Орлова, В. А. Половников. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2019. – 389 с. – ISBN 978-5-9558-0208-4 (Вузовский учебник), – ISBN 978-5-16-004897-0 (ИНФРА-М, print), – ISBN 978-5-16-101114-0 (ИНФРА-М, online) – Режим доступа: <https://znanium.com/read?id=354456>

3. ЭУК (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=4503>) «Экономико-математические методы и модели в управлении – ТО, УП» (автор – Козинова А.Т.)

б) дополнительная литература:

1. Гетманчук, А. В. Экономико-математические методы и модели [Электронный ресурс]: Учебное пособие для бакалавров / А. В. Гетманчук, М. М. Ермилов. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2018. – 186 с. – ISBN 978-5-394-01575-5 – Режим доступа: <https://znanium.com/read?id=358428>

2. Кундышева, Е. С. Математические методы и модели в экономике [Электронный ресурс]: Учебник для бакалавров / Е. С. Кундышева; под науч. ред. проф. Б. А. Сулакова — 2-е изд. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2020. — 286 с. – ISBN 978-5-394-03138-0 – Режим доступа: <https://znanium.com/read?id=358139>

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы

1. ОС Microsoft Windows
2. MS Excel

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных и семинарских занятий по дисциплине используются специально оборудованные лекционные аудитории, оснащенные компьютером, проектором или ЖК-телевизором, акустической системой и микрофоном (при необходимости), а также доской.

Для выполнения заданий для СРС студентам обеспечен доступ в интернет, а так же доступ к ресурсам электронной библиотеки ННГУ.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 38.03.01 «Экономика», профиль «Экономика, международный бизнес и предпринимательство».

Автор:

к.т.н, доцент кафедры
математических и
естественнонаучных дисциплин

А.Т. Козина

Заведующий кафедрой
математических и
естественнонаучных дисциплин
д.ф-м.н., профессор

П.Б. Болдыревский

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института экономики и предпринимательства от 15 марта 2021 г. протокол № 3.