

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Арзамасский филиал

Факультет естественных и математических наук

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума ученого совета ННГУ
(протокол от 14.12. 2021 г. № 4)

Рабочая программа дисциплины

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

(наименование дисциплины)

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

38.03.01 Экономика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Экономика и финансы организаций (предприятий)

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная/очно-заочная

(очная / очно-заочная / заочная)

Арзамас

2022 год

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.ДВ.07.02 «Имитационное моделирование» относится к части ООП, формируемой участниками образовательных отношений направления подготовки 38.03.01 Экономика, направленность (профиль) Экономика и финансы организаций (предприятий).

Дисциплина предназначена для освоения студентами очной формы обучения в 6 семестре, очно-заочной формы обучения в 7 семестре.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине (дескрипторы компетенции)	
ПК-6. Способен на основе типовых методик собрать и проанализировать экономические данные, рассчитать и обосновать социально-экономические показатели, используя для решения задач современные технические средства и информационные технологии	ПК 6.1. Использует типовые методики, современные технические средства и информационные технологии для сбора и анализа экономических данных	Знать: типовые методики, современные технические средства и информационные технологии для сбора и анализа экономических данных. Уметь: использовать средства и методы сбора, обработки и анализа данных. Владеть: средствами сбора, обработки и анализа экономических данных.	<i>Тест Практические задания эссе</i>
	ПК 6.2. Рассчитывает и обосновывает социально-экономические показатели на основе типовых методик с использованием современных технических средств и информационных технологий	Знать: социально-экономические показатели Уметь: использовать средства информационных технологий при решении профессиональных задач. Владеть: навыками расчета социально-экономических показателей на основе типовых методик с использованием современных технических средств и информационных технологий.	<i>Тест Практические задания эссе</i>
ПК-8. Способен на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и эконометрические модели и содержательно интерпретировать полученные результаты	ПК 8.1. Строит стандартные теоретические и эконометрические модели	Знать базовые методы построения, анализа и содержательной интерпретации моделей экономических систем Уметь анализировать результаты построения моделей и обосновывать полученные выводы Владеть методиками анализа и моделирования социально-экономических показателей	<i>Тест Практические задания эссе</i>
	ПК 8.2. Содержательно интерпретирует результаты экономического моделирования	Знать этапы экономического моделирования Уметь интерпретировать результаты экономического моделирования Владеть навыками обоснования полученных результатов	<i>Тест Практические задания эссе</i>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Трудоемкость	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
Общая трудоемкость	2 з.е.	2 з.е.	
часов по учебному плану, из них	72	72	
Контактная работа, в том числе: аудиторные занятия:			
– занятия лекционного типа	16	10	
– занятия семинарского типа	16	10	
– контроль самостоятельной работы	1	1	
Промежуточная аттестация зачёт			
Самостоятельная работа	39	51	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (Р) или тем (Т) дисциплины (модуля), Форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них									Самостоятельная работа обучающегося, часы, в период						
				Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа (в т.ч. текущий контроль успеваемости)			Контроль самостоятельной работы			промежуточной аттестации (контроля)			теоретического обучения			
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	
<i>Тема 1. Теоретические основы имитационного моделирования.</i>	18	16		4	2		4	2									10	12	
<i>Тема 2. Линейное программирование.</i>	17	20		4	4		4	4									9	12	
<i>Тема 3. Динамическое программирование.</i>	18	18		4	2		4	2									10	14	
<i>Тема 4. Элементы теории игр.</i>	18	17		4	2		4	2									10	13	
В том числе текущий контроль	1	1										1	1						
Зачет	0	0																	
ИТОГО	72	72		16	10		16	10				1	1				39	51	

Тема 1. Теоретические основы имитационного моделирования

Основные понятия. Разновидности имитационного моделирования. Использование методов имитационного моделирования. Границы возможностей классических математических методов в экономике.

Тема 2. Линейное программирование.

Общая постановка задачи линейного программирования. Симплексный метод. Двойственность в линейном программировании. Транспортная задача. Целочисленное программирование. Параметрическое линейное программирование.

Тема 3. Динамическое программирование.

Нелинейное программирование. Динамическое программирование. Применение теоремы Куна-Таккера. Элементы теории графов. Задача о коммивояжере. Сетевое планирование.

Тема 4. Элементы теории игр.

Предмет и задачи теории игр. Матричные игры. Решение матричной игры в чистых стратегиях. Решение матричной игры в смешанных стратегиях. Решение игр графическим методом. Сведение матричной игры к задаче линейного программирования.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

4. Учебно-методические обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является важнейшей составной частью учебного процесса и обязанностью каждого студента.

Самостоятельная работа студентов состоит в проработке теоретического материала, выполнении самостоятельных заданий в конце каждого практического занятия и выполнении внеаудиторных самостоятельных заданий (домашние задания и дополнительные задания по углубленному изучению разделов дисциплины). К самостоятельной работе студентов относится подготовка к зачёту.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс «Методы оптимальных решений» - <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1820>, созданный в системе электронного обучения ННГУ: <https://e-learning.unn.ru>.

Методические рекомендации к самостоятельной работе

Методические рекомендации к самостоятельному выполнению практических заданий

1. Внимательно прочитайте теоретический материал – конспект, составленный на лекционном занятии, материал учебника, пособия. Выпишите формулы из конспекта по изучаемой теме.

2. Обратите внимание, как использовались данные формулы при решении задач на занятии.

3. Выпишите ваш вариант задания, предложенного в методических указаниях по дисциплине, в соответствии с порядковым номером.

4. Решите предложенную задачу, используя выписанные формулы.

5. В случае необходимости воспользуйтесь справочными данными.

6. Проанализируйте полученный результат (проверьте размерности величин, правильность подстановки в формулы численных значений, правильность расчетов, правильность вывода неизвестной величины из формулы).

7. Решение задач должно сопровождаться необходимыми пояснениями. Расчётные формулы приводите на отдельной строке, выделяя из текста, с указанием размерности величин. Формулы записывайте сначала в общем виде (буквенное выражение), затем подставляйте числовые значения без указания размерностей, после чего приведите конечный результат расчётной величины.

Показатели результатов работы для самопроверки:

- грамотная запись условия задачи и ее решения;
- грамотное использование формул;
- грамотное использование справочной литературы;

- точность и правильность расчетов;
- обоснование решения задачи.

Методические рекомендации к подготовке докладов, эссе

Доклады, по сути своей, близки к рефератам, однако их область существенно уже. Подготовка доклада позволяет основательно изучить интересующий вопрос, изложить материал в компактном и доступном виде, привнести в текст полемику, приобрести навыки научно-исследовательской работы, устной речи, ведения научной дискуссии. В ходе подготовки доклада могут быть подготовлены презентации, раздаточные материалы. Доклады могут зачитываться и обсуждаться на семинарских занятиях, студенческих научных конференциях. При этом трудоемкость доклада, подготовленного для конференции обычно выше.

Эссе – небольшая по объему самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем или выбранную студентом. Роль этой формы самостоятельной работы особенно важна при формировании компетенций, предполагающих приобретение основ знаний предметной области, формирования мировоззрения.

Эссе должно содержать четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария соответствующей дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме.

Структура эссе

1. Титульный лист.

2. Введение – суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически. На этом этапе очень важно правильно сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования. При работе над введением могут помочь ответы на следующие вопросы: «Надо ли давать определения терминам, прозвучавшим в теме эссе?», «Почему тема, которую я раскрываю, является важной в настоящий момент?».

3. Основная часть – теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса. Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому, большое значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один абзац должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах абзаца ограничить себя рассмотрением одной главной мысли. Хорошо проверенный (и для большинства – совершенно необходимый) способ построения любого эссе – использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить. Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4. Заключение – обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию)

исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами

Формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ собранных обучающимся конкретных данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации, подробный разбор предложенной преподавателем проблемы с развёрнутыми пояснениями и анализом примеров, иллюстрирующих изучаемую проблему и т.д.

Качество работы оценивается по следующим критериям: самостоятельность выполнения, способность аргументировать положения и выводы, обоснованность, четкость, лаконичность, оригинальность постановки проблемы, уровень освоения темы и изложения материала (обоснованность отбора материала, использование первичных источников, способность самостоятельно осмысливать факты, структура и логика изложения).

В целом при написании письменных работ следует обратить внимание на следующие рекомендации:

1. Выбор темы письменной работы. Тема письменной работы выбирается студентом на основе его научного интереса. Также помощь в выборе темы может оказать преподаватель.
2. Планирование написания письменной работы. План написания письменной работы должен начинаться с выбора и формулировки проблемы, далее следует сбор и изучение исходного материала, поиск литературы и анализ собранного материала. В заключении работа оформляется письменно, как правило, в электронном виде и на бумажном носителе.
3. Обсуждение работы (на занятии, в студенческом научном обществе, на конференции и т.п.).

Методические рекомендации к подготовке устного опроса на занятии

1. При подготовке сообщения, ответа используйте несколько источников литературы по выбранной теме (вопросу), используйте печатные издания и источники электронных библиотек или Интернет-ресурсов.

2. Сделайте цитаты из книг и статей по выбранной теме (обратите внимание на непонятные слова и выражения, уточните их значение в справочной литературе).

3. Проанализируйте собранный материал и составьте план сообщения или ответа, акцентируя внимание на наиболее важных моментах.

4. Напишите основные положения сообщения или ответа в соответствии с планом, выписывая по каждому пункту несколько предложений.

5. Перескажите текст сообщения или ответа, корректируя последовательность изложения материала.

6. Подготовленное сообщение может сопровождаться презентацией, иллюстрирующей его основные положения.

Показатели результатов работы для самопроверки:

- полнота и качественность информации по заданной теме;
- свободное владение материалом сообщения или доклада;
- логичность и четкость изложения материала;
- наличие и качество презентационного материала.

Учебно-методические документы, регламентирующие самостоятельную работу
адреса доступа к документам

<https://arz.unn.ru/sveden/document/>

https://arz.unn.ru/pdf/Metod_all_all.pdf

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

В ходе промежуточной аттестации по дисциплине осуществляется оценка сформированности компонентов компетенций (полнота знаний/ наличие умений/ навыков), т.е. результатов обучения, указанных в таблице п.2 настоящей рабочей программы, на основе оценки усвоения содержания дисциплины.

Обобщенная оценка сформированности компонентного состава компетенции в ходе промежуточной аттестации по дисциплине проводится на основе учета текущей успеваемости в ходе освоения дисциплины и учета результата сдачи промежуточной аттестации.

Выявленные признаки несформированности компонентов (индикаторов) хотя бы одной компетенции не позволяют выставить интегрированную положительную оценку сформированности компетенций и освоения дисциплины на данном этапе обучения.

Обобщенная оценка сформированности компонентного состава компетенций на промежуточной аттестации, которая вносится в зачетно-экзаменационную ведомость по дисциплине и зачетную книжку студента, осуществляется по следующей оценочной шкале.

Шкала оценки сформированности компонентного состава компетенций на промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
Зачтено	Отлично	сформированность компонентного состава (индикаторов) компетенций соответствует требованиям компетентностной модели будущего выпускника на данном этапе обучения, основанным на требованиях ОС ННГУ по направлению подготовки, студент готов самостоятельно решать стандартные и нестандартные профессиональные задачи в предметной области дисциплины в соответствии с типами задач профессиональной деятельности осваиваемой образовательной программы
	Хорошо	сформированность компонентного состава (индикаторов) компетенций соответствует требованиям компетентностной модели будущего выпускника на данном этапе обучения, основанным на требованиях ОС ННГУ по направлению подготовки, но студент готов самостоятельно решать только различные стандартные профессиональные задачи в предметной области дисциплины в соответствии с типами задач профессиональной деятельности осваиваемой образовательной программы
	Удовлетворительно	сформированность компонентного состава (индикаторов) компетенций соответствует в целом требованиям компетентностной модели будущего выпускника на данном этапе обучения, основанным на требованиях ОС ННГУ по направлению подготовки, но студент способен решать лишь минимум стандартных профессиональных задач в предметной области дисциплины в соответствии с типами задач профессиональной деятельности осваиваемой образовательной программы
Не зачтено	Неудовлетворительно	сформированность компонентного состава (индикаторов) компетенций не соответствует требованиям компетентностной модели будущего выпускника на данном этапе обучения, основанным на требованиях ОС ННГУ по направлению подготовки, студент не готов решать профессиональные задачи в предметной области дисциплины в соответствии с типами задач профессиональной деятельности осваиваемой образовательной программы

Шкала оценивания сформированности компетенции

Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено		зачтено	
Знания	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем

				требованиям программы подготовки, без ошибок.
Умения	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.
Навыки	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.

5.2 Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Критерии оценки практических заданий

Оценивание знаний, умений и навыков, приобретенных в ходе решения практических задач, осуществляется по шкале «зачтено» - «не зачтено».

«зачтено» выставляется студенту, если задание выполнено полностью; в решении задач отсутствуют ошибки и пробелы, возможны неточности, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала.

«не зачтено» выставляется студенту, если задание выполнено не полностью; имеются существенные ошибки и пробелы в решении задач, являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала.

Критерии оценки тестирования

Оценка «отлично» - 85-100% правильных ответов;

Оценка «хорошо» 66-84% правильных ответов;

Оценка «удовлетворительно» – 50-65% правильных ответов;

Оценка «неудовлетворительно» - меньше 50%.

Критерии оценки эссе

Оценка «отлично» - Эссе полностью раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию из первоисточников и изданий периодической печати, приводит практические примеры, отвечает на дополнительные вопросы преподавателя и студентов (в процессе выступления с докладом).

Оценка «хорошо» - Эссе частично раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию из первоисточников, отвечает на дополнительные вопросы преподавателя и студентов (в процессе выступления с докладом), но при этом дает не четкие ответы, без достаточно их аргументации.

Оценка «удовлетворительно» - Эссе в общих чертах раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию только из учебников. При ответах на дополнительные вопросы (в процессе выступления с докладом) путается в ответах, не может дать понятный и аргументированный ответ.

Оценка «неудовлетворительно» ставится за Эссе, в которых нет информации о проблематике работы и ее месте в контексте других работ по исследуемой теме.

Критерии устного ответа студента при опросе на зачёте

Оценка «отлично» выставляется, когда студент глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с ситуационными заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.

Оценка «хорошо» выставляется, если студент твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при анализе информации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в том случае, при котором студент освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении анализа информации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, в ответе которого обнаружилось существенные пробелы в знании основного содержания учебной программы дисциплины и / или неумение использовать полученные знания.

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения и для контроля формирования компетенции

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации (к зачёту)

Вопрос	Код компетенции
1. Разновидности имитационного моделирования.	ПК-8
2. Использование методов имитационного моделирования.	ПК-6
3. Границы возможностей классических математических методов в экономике.	ПК-8
4. Классификация распределительных задач	ПК-8
5. Транспортная задача	ПК-8
6. Метод северо-западного угла	ПК-6
7. Метод «здравого смысла»	ПК-6
8. Метод штрафов	ПК-8
9. Отыскание оптимального решения транспортной задачи	ПК-8
10. Задача о назначении	ПК-8
11. Алгоритм решения задачи о назначении	ПК-8
12. Общая линейная распределительная задача. Геометрический способ решения	ПК-8
13. Симплексный метод	ПК-8
14. Задачи управления запасами	ПК-8
15. Структура систем управления запасами	ПК-8
16. Общая детерминированная задача для однородной продукции при одном уровне управления	ПК-8
17. Динамическое программирование	ПК-6
18. Задача об инвестировании предприятий	ПК-8
19. Задача о замене оборудования	ПК-8
20. Предмет и задачи теории игр.	ПК-6
21. Матричные игры. Решение матричной игры в чистых стратегиях.	ПК-8
22. Решение матричной игры в смешанных стратегиях.	ПК-6
23. Сведение матричной игры к задаче линейного программирования.	ПК-6

Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-8

1. Решение, минимизирующее или максимизирующее целевую функцию в задачах линейного программирования, называется:

- целевым;
- оптимальным;

ограничивающим.

2. В общую постановку задачи оптимизации входят:

- переменные параметры процесса;
- экстремум функции;
- коэффициенты матрицы ограничений;
- ограничения задачи;
- линия уровня;
- целевая функция;
- критерии оптимальности

3. Оптимизация системы состоит...

- в поиске такой системы, в которой максимум параметров управления;
- в поиске такого набора параметров управления, при котором целевая функция самая оптимальная;
- в поиске такого набора параметров управления, при котором целевая функция достигает экстремума;
- в поиске минимального набора параметров управления, при которых целевая функция достигает экстремума.

4. Целевая функция – это...

- любая функция, у которой есть экстремумы;
- любая функция, у которой нет экстремумов;
- любая функция, у которой есть минимумы;
- функция, экстремумы которой необходимо найти;
- любая функция, у которой есть максимумы.

5. Какие из следующих утверждений верны?

- $\max F(x) = \min F(-x)$
- $\min(-F(x)) = \max F(x)$
- $\min F(x) = -\max F(-x)$
- $\max(-F(x)) = \min F(x)$

6. Задача математического программирования является задачей линейного программирования, если...

- целевая функция является линейной, а система ограничений может быть нелинейной;
- система ограничений – это система линейных уравнений или неравенств, а целевая функция может быть нелинейна;
- целевая функция является линейной, а система ограничений – система линейных уравнений или неравенств;
- условие неотрицательности переменных – линейно.

7. Что изучает линейное программирование?

- Методы нахождения производной сложной функции.
- Методы нахождения площади фигуры, ограниченной заданными линейными неравенствами и равенствами.
- Методы нахождения экстремума линейной функции на множестве, заданном линейными неравенствами и равенствами.
- Нет правильного ответа.

8. Критерием оптимальности задачи математического программирования является

- условие неотрицательности переменных;
- система неравенств;
- целевая функция;
- система уравнений.

9. Абстрактное отображение реального экономического процесса с помощью математических выражений, уравнений, неравенств – это...

- целевая функция;
- система ограничений;
- экономико-математическая модель;
- условие неотрицательных переменных.

10. Оптимальным планом задачи линейного программирования называется...

- опорный план, приводящий к максимуму или минимуму целевой функции;
- решение системы ограничений;
- базисное решение системы ограничений;
- опорный план.

для оценки сформированности компетенции ПК-6

1. При переходе от данной симплекс-таблицы к другой (целевая функция подлежит максимизации)...

- значения целевой функции не убывают;
- значения целевой функции не возрастают;
- значение целевой функции может как приближаться, так и удаляться от оптимума;
- значения целевой функции убывают.

2. Если приведенная симплекс-таблица является оптимальной, то чему равно оптимальное значение целевой функции:

	b	x_1	x_2	x_3	x_4
x_1	1	1	0	-1	3
x_2	2	0	1	2	2
индекс. строка	20	0	0	5	17

- $F(x) = 17$;
- $F(x) = 5$;
- $F(x) = 20$;
- таблица не оптимальна.

3. В симплекс-методе, при функции, стремящейся к максимуму, оптимальный выбор «ключевого» столбца для перехода к новой таблице осуществляется по правилу...

- «ключевому» столбцу соответствует максимальный по модулю отрицательный коэффициент индексной строки;
- «ключевому» столбцу соответствует максимальный по модулю коэффициент индексной строки;
- «ключевому» столбцу соответствует любой отрицательный коэффициент индексной строки;
- «ключевому» столбцу соответствует максимальный положительный коэффициент индексной строки.

4. В методе искусственного базиса M равно

- бесконечно малой величине;
- бесконечно большой величине;
- произвольному большому числу;
- нулю.

5. При переходе от данной симплекс-таблицы к другой (целевая функция подлежит максимизации)...

- значения целевой функции не возрастают;
- значения целевой функции не убывают;

- значение целевой функции может, как приближаться, так и удаляться от оптимума;
- значения целевой функции убывают.

6. Каков оптимальный выбор «решающего» элемента, если целевая функция задачи линейного программирования задается на максимум?

	b	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
x_1	3	1	-1	0	3	0
x_3	2	0	2	1	-4	0
x_5	4	0	4	0	1	1
индекс. строка	12	0	-1	0	-6	0

- 1
- 3
- 1
- 4
- 2
- 4

7. Дана симплекс-таблица решения задачи линейного программирования:

	b	x_1	x_2	x_3	x_4
x_1	5	1	5	0	-2
x_3	3	0	4	1	0
индекс. строка	10	0	6	0	-4

Выберите истинное утверждение, если целевая функция задачи задается на максимум, то ...

- необходимо выполнить итерацию для дальнейшего решения задачи;
- задача не имеет решения;
- оптимальное решение задачи $x_1 = 5; x_2 = 0; x_3 = 3; x_4 = 0$;
- оптимальное решение задачи $x_1 = 0; x_2 = 6; x_3 = 0; x_4 = -4$.

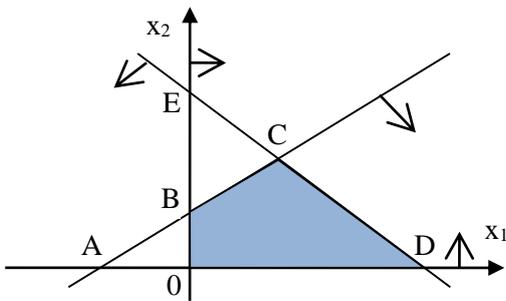
8. Какую строку оптимально выбрать в качестве «ключевой», если целевая функция задачи линейного программирования задается на максимум?

	b	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
x_3	2	0	2	1	0	-1	0
x_2	4	1	4	0	0	1	0
x_4	2	0	3	0	1	-2	0
x_6	6	0	-1	0	0	2	1
индекс. строка	20	0	17	0	0	-1	0

- первую;
- вторую;
- третью;
- четвертую.

9. Какой из точек отвечает данная симплекс-таблица?

	b	x_1	x_2	x_3	x_4
x_3	3	0	3	1	1
x_1	-2	1	2	0	-1
индекс. строка	4	0	1	0	2



- E;
- C;
- A;
- D;
- 0;
- B.

10. Если ограничение задачи линейного программирования задано со знаком « \geq », то при приведении задачи к каноническому виду дополнительная переменная вводится в это ограничение с коэффициентом...

- 1;
- 1;
- 0
- M.

Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-6, ПК-8

В ниже приведенных задачах:

1. Произвести построение модели, оценить ее качество (ПК-8)
2. Интерпретировать полученные результаты (ПК-8)
3. Реализовать решение задание с помощью Microsoft Excel (ПК-6)

Задача № 1. Решить задачу оптимизации.

Некоторая фирма выпускает два набора удобрений для газонов: обычный и улучшенный. В обычный набор входит 3 кг азотных, 4 кг фосфорных и 1 кг калийных удобрений, а в улучшенный – 2 кг азотных, 6 кг фосфорных и 3 кг калийных удобрений. Известно, что для некоторого газона требуется по меньшей мере 10 кг азотных, 20 кг фосфорных и 7 кг калийных удобрений. Обычный набор стоит 3 ден. ед., а улучшенный – 4 ден. ед. Какие и сколько наборов удобрений нужно купить, чтобы обеспечить эффективное питание почвы и минимизировать стоимость?

Построить экономико-математическую модель задачи, дать необходимые комментарии к ее элементам и получить решение графическим методом. Что произойдет, если решать задачу на максимум и почему?

Задача № 2. Предложить оптимальное управленческое решение в следующих типовых хозяйственных ситуациях.

Металлургическому заводу требуется уголь с содержанием фосфора не более 0,03% и с долей зольных примесей не более 3,25%. Завод закупает три сорта угля *A*, *B*, *C*, с известным содержанием примесей. В какой пропорции нужно смешивать исходные продукты *A*, *B*, *C*, чтобы смесь удовлетворяла ограничениям на содержание примесей и имела минимальную цену? Содержание примесей и цена исходных продуктов приведены в таблице



Задача № 3. Провести моделирование и решить специальную задачу линейного программирования. Компания, занимающаяся ремонтом автомобильных дорог, в следующем месяце будет проводить ремонтные работы на пяти участках автодорог. Песок на участки ремонтных работ может доставляться из трех карьеров, месячные объемы предложений по карьерам известны. Из планов производства ремонтных работ известны месячные объемы потребностей по участкам работ. Имеются экономические оценки транспортных затрат (в у. е.) на перевозку 1 тонны песка с карьеров на ремонтные участки. Числовые данные для решения содержатся ниже в Матрице планирования. Требуется: 1) Предложить план перевозок песка на участки ремонта автодорог, который обеспечивает минимальные совокупные транспортные издержки. 2) Что произойдет с оптимальным планом, если изменятся условия перевозок: а) появится запрет на перевозки от первого карьера до второго участка работ?; б) по этой коммуникации будет ограничен объем перевозок 3 тоннами?

Матрица планирования:

Участки работ Карьеры						Предложение
	4	2	3	4	1	60
	2	4	3	5	6	90
	6	5	4	6	2	140
Потребности	40	30	90	80	50	290 290

Примерная тематика эссе для проверки сформированности компетенций

Содержание этапа	Формируемые компетенции
Обзор литературы, обоснование актуальности темы, практической значимости	ПК-6
Аналитическая часть - моделирование	ПК-6
Оценка качества модели	ПК-8
Интерпретация полученных результатов	ПК-8
Выводы	ПК-6

1. Типы уравнений-ограничений задачи при решении задач целочисленного программирования.
2. Графический метод решения задач целочисленного программирования.
3. Область допустимых решений в задачах целочисленного программирования. Случаи множества равноценных оптимальных планов.
4. Основные этапы решения целочисленных задач методом Р.Гомори, области применения этого класса задач в экономике.
5. Целочисленное программирование. Характеристика класса задач, для которых имеет смысл только целочисленное решение.
6. Решение целочисленных задач методом ветвей и границ.
7. Транспортная задача линейного программирования. Метод потенциалов. Класс задач, решаемых этим методом. Математическая модель закрытой транспортной задачи.
8. Выбор наиболее эффективного пути улучшения плана при решении закрытой транспортной задачи методом потенциалов. Правила построения цепочек перемещения. Экономическое содержание перемещений. Характеристика задач, решаемых этим методом.
9. Математическая модель открытой транспортной задачи. Условный потребитель (получатель). Характеристика задач, решаемых этим методом.
10. Вырождение плана и его преодоление при решении транспортной задачи методом потенциалов. Этапы решения транспортной задачи методом потенциалов.

11. Признаки оптимальности плана транспортной задачи при решении ее методом потенциалов. Расчет опорного (базисного) плана транспортной задачи методом «северо-западного угла».

12. Расчет опорного (базисного) плана транспортной задачи методом минимальных тарифов. Формулы расчета потенциалов занятых клеток и расчета оценок свободных клеток матрицы транспортной задачи.

13. Характеристика задачи о назначениях. Методы нахождения оптимального решения. Задачи распределительного типа. Венгерский метод решения.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. *Вьюненко, Л. Ф.* Имитационное моделирование : учебник и практикум для вузов / Л. Ф. Вьюненко, М. В. Михайлов, Т. Н. Первозванская ; под редакцией Л. Ф. Вьюненко. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 283 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01098-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468997>

2. *Акопов, А. С.* Имитационное моделирование : учебник и практикум для вузов / А. С. Акопов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 389 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02528-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468919>

3. *Королев, А. В.* Экономико-математические методы и моделирование : учебник и практикум для вузов / А. В. Королев. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 280 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00883-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470088>

4. Методы оптимизации : учебник и практикум для вузов / Ф. П. Васильев, М. М. Потапов, Б. А. Будаков, Л. А. Артемьева ; под редакцией Ф. П. Васильева. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 375 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6157-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450435>

5. Соколов, Г. А. Основы теории массового обслуживания для экономистов : учебник / Г. А. Соколов. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 128 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/7367. - ISBN 978-5-16-010055-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1014752>

6. Невежин, В. П. Теория игр. Примеры и задачи : учебное пособие / В. П. Невежин. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 128 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-00091-563-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1209856>

б) дополнительная литература:

1. *Боев, В. Д.* Имитационное моделирование систем : учебное пособие для вузов / В. Д. Боев. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 253 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04734-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/472836>

2. *Древс, Ю. Г.* Имитационное моделирование : учебное пособие для вузов / Ю. Г. Древс, В. В. Золотарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 142 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11385-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/475420>

3. *Советов, Б. Я.* Моделирование систем : учебник для академического бакалавриата / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 7-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 343 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3916-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/425228>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Лицензионное программное обеспечение: операционная система: Microsoft Windows.

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office.

Электронные библиотечные системы и библиотеки:

Электронная библиотечная система "Лань" <https://e.lanbook.com/>

Электронная библиотечная система "Консультант студента" <http://www.studentlibrary.ru/>

Электронная библиотечная система "Юрайт" <http://www.uraik.ru/ebs>

Электронная библиотечная система "Znanium" <http://znanium.com/>

Электронно-библиотечная система Университетская библиотека ONLINE

<http://biblioclub.ru/>

[Фундаментальная библиотека ННГУ www.lib.unn.ru/](http://www.lib.unn.ru/)

Сайт библиотеки Арзамасского филиала ННГУ. – Адрес доступа: lib.arz.unn.ru

Ресурс «Массовые открытые онлайн-курсы Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского» <https://moos.unn.ru/>

Портал «Современная цифровая образовательная среда Российской Федерации» <https://online.edu.ru/public/promo>

Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.gks.ru

ГАРАНТ. Информационно-правовой портал [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.garant.ru>

«КонсультантПлюс» [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: ноутбук, проектор, экран.

Компьютерный класс. Помещения для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.

Программа дисциплины «**Имитационное моделирование**» составлена в соответствии с образовательным стандартом высшего образования (ОС ННГУ) бакалавриат по направлению подготовки 38.03.01 Экономика (приказ ННГУ от 21.06.2021г. №349-ОД).

Автор(ы):
к.п.н., доцент

Статуев А.А.

Рецензент (ы):
д.п.н., доцент

Фролов И.В.

Программа одобрена на заседании кафедры экономики, управления и информатики от 17.11.2021 года, протокол № 9
зав. кафедрой

к.п.н., доцент

Статуев А.А.

Председатель УМК
к.э.н., доцент

факультета естественных и математических наук

Люшина Э.Ю.

П.6. а) СОГЛАСОВАНО:

Заведующий
библиотекой

Федосеева Т.А.