

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт экономики

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Экономико-математические методы и модели

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
38.03.01 - Экономика

Направленность образовательной программы
Экономика, международный бизнес и предпринимательство

Форма обучения
очная, очно-заочная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 Экономико-математические методы и модели относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
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 ПК-6.2: Рассчитывает и обосновывает социально-экономические показатели на основе типовых методик с использованием современных технических средств и информационных технологий	ПК-6.1: Знать информационные технологии сбора и анализа экономических данных. Уметь использовать современные технические средства для сбора и анализа экономических данных. Владеть практическими навыками сбора и анализа экономических данных, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов. ПК-6.2: Знать информационные технологии расчета экономических показателей. Уметь рассчитывать экономические показатели с помощью современных технических средств. Владеть практическими навыками расчета экономических показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов.	Задачи	Экзамен: Контрольные вопросы Задачи
ПК-8: Способен на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные	ПК-8.1: Строит стандартные теоретические и эконометрические модели ПК-8.2: Содержательно интерпретирует	ПК-8.1: Знать стандартные модели экономических объектов. Уметь строить стандартные модели экономических объектов.	Задачи	Экзамен: Контрольные вопросы Задачи

теоретические и эконометрические модели и содержательно интерпретировать полученные результаты	результаты экономического моделирования	<p>Владеть практическими навыками моделирования экономических объектов, относящихся к области профессиональной деятельности.</p> <p>ПК-8.2: Знать содержательную интерпретацию результатов стандартных моделей экономики. Уметь составлять аналитические отчеты по результатам экономического моделирования. Владеть практическими навыками интерпретации результатов моделирования экономических объектов, относящихся к области профессиональной деятельности.</p>		
--	---	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	4	4
Часов по учебному плану	144	144
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	16	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16	16
- КСР	2	2
самостоятельная работа	74	74
Промежуточная аттестация	36 Экзамен	36 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из	Самостоятельная работа

			них						обучающегося, часы	
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа (практические занятия/лаборат орные работы), часы		Всего			
	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о	о ф о	о з ф о
Тема 1 Введение: предмет, цели и задачи.	12	22	2	2	2	2	4	4	8	18
Тема 2 Моделирование экономических систем с помощью линейных математических моделей.	28	28	4	4	4	4	8	8	20	20
Тема 3 Транспортная задача.	28	28	4	4	4	4	8	8	20	20
Тема 4 Применение искусственного интеллекта для экономического прогнозирования.	19	14	3	3	3	3	6	6	13	8
Тема 5 Элементы теории массового обслуживания.	19	14	3	3	3	3	6	6	13	8
Аттестация	36	36								
КСР	2	2					2	2		
Итого	144	144	16	16	16	16	34	34	74	74

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1 Введение: предмет, цели и задачи.

Тема 2 Моделирование экономических систем с помощью линейных математических моделей.

Постановка задачи линейного программирования. Методы решения задач ЛП. Теория двойственности.

Тема 3 Транспортная задача. Нахождение первоначального распределения поставок. Критерий оптимальности. Метод потенциалов.

Тема 4 Применение искусственного интеллекта для экономического прогнозирования. Решение задачи о прогнозировании цен с использованием временных рядов в Deductor Studio.

Тема 5. Элементы теории массового обслуживания. Понятие марковского процесса. Уравнения Колмогорова. Процесс гибели и размножения. СМО с отказами. СМО с ожиданием.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Цель самостоятельной работы - подготовка и формирование способностей, навыков, умений и владений обучающихся к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию. Самостоятельная работа способствует формированию аналитического и творческого мышления, совершенствует способы организации исследовательской деятельности, воспитывает целеустремленность, системность и последовательность в работе студентов, развивает у них навык завершать начатую работу.

Виды самостоятельной работы студентов:

работа с основной и дополнительной литературой;

- изучение понятийного аппарата дисциплины;

- самостоятельное изучение тем дисциплины;

- подготовка к экзамену;

- работа в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет.

Работа с основной и дополнительной литературой.

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к научным монографиям и материалам периодических изданий. Работа с литературой предусматривает конспектирование наиболее важных и познавательных материалов. Это не только мобилизует внимание, но и способствует более глубокому осмыслению материала, его лучшему запоминанию, а также позволяет студентам проводить систематизацию и сравнительный анализ изучаемой информации. Таким образом, конспектирование – важная форма самостоятельного труда, которая требует от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций. Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую литературу для учебной и научной работы, уметь обращаться с предметными каталогами и библиографическим справочником библиотеки.

Изучение понятийного аппарата дисциплины.

Изучение понятийного аппарата дисциплины и осмысление необходимой строгости определений требует проработки лекционного материала, выполнения практических заданий, изучения словарей, энциклопедий, справочников.

Индивидуальная самостоятельная работа студента направлена на овладение и грамотное применение математической и экономической терминологии, терминологии из области компьютерного моделирования.

Самостоятельное изучение тем дисциплины.

Особое место отводится самостоятельной проработке студентами отдельных разделов и тем изучаемой дисциплины. Такой подход вырабатывает у студентов инициативу, стремление к увеличению объема знаний, умений и навыков, всестороннего овладения способами и приемами профессиональной деятельности.

Изучение вопросов определенной темы направлено на углубление понимания и, значит, усвоение теории, осознание смысла математических моделей, их связей с экономическими процессами, совершенствование навыка анализа теоретического и эмпирического материала. Подготовка к экзамену.

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проходит в виде экзамена. Условием успешного прохождения промежуточной аттестации является систематическая работа студента в течение семестра. В этом случае подготовка к экзамену является систематизацией всех полученных знаний по данной дисциплине.

Рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы.

Желательно спланировать краткий трехкратный просмотр материала перед экзаменом. Во-первых, внимательное чтение с осмыслением, подчеркиванием и составлением краткого плана ответа. Во-вторых, повторная проработка наиболее сложных вопросов. В-третьих, быстрый просмотр материала или планов ответов для его систематизации в памяти.

Самостоятельная работа в библиотеке.

Важным аспектом самостоятельной подготовки студентов является работа с библиотечным фондом.

Эта работа предполагает различные варианты повышения профессионального уровня студентов:

- а) получение книг для подробного изучения в течение семестра на научном абонементе;
 - б) изучение книг, журналов, газет - в читальном зале;
 - в) возможность поиска необходимого материала посредством электронного каталога;
 - г) получение необходимых сведений об источниках информации у сотрудников библиотеки.
- Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет.

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам. Необходимо помнить об оформлении ссылок на Интернет-источники.

Для повышения эффективности самостоятельной работы студентов преподавателю целесообразно использовать следующие виды деятельности:

- консультации,
- выдача заданий на самостоятельную работу,
- информационное обеспечение обучения,
- контроль качества самостоятельной работы студентов.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-6:

1. Груз находится у трех поставщиков в количестве 340, 200 и 160 единиц. Его нужно доставить потребителям в количестве 120, 170, 150 и 260 единиц. Стоимость перевозки единицы товара от каждого поставщика к каждому потребителю задается таблицей:

Поставщики	Потребители			
	1	2	3	4
1	7	2	4	8
2	8	9	6	5
3	3	5	7	2

Выполнить математическую постановку задачи таким образом, чтобы мощности всех поставщиков были реализованы, спросы всех потребителей были удовлетворены, суммарные затраты на перевозку были минимальны.

Ответ:

$$f = 7 \cdot x_{11} + 2 \cdot x_{12} + 4 \cdot x_{13} + 8 \cdot x_{14} + 8 \cdot x_{21} + 9 \cdot x_{22} + 6 \cdot x_{23} + 5 \cdot x_{24} + 3 \cdot x_{31} + 5 \cdot x_{32} + 7 \cdot x_{33} + 2 \cdot x_{34} \rightarrow \min$$

Ограничения для поставщиков:

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 340 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} = 200 \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} = 160 \end{cases}$$

Ограничения для потребителей:

$$\begin{cases} x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} = 120 \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} = 170 \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} = 150 \\ x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} = 260 \end{cases}$$

2. Имеются три поставщика с запасами груза $a = \{160; 30; 90\}$ и четыре потребителя с заявками $b = \{100; 40; 80; 60\}$. Стоимость перевозки составляет из 1-го пункта отправления $\{4; 8; 10; 5\}$; из 2-го пункта отправления $\{4; 6; 2; 3\}$; из 3-го пункта отправления $\{4; 4; 6; 5\}$. Поставить математическую задачу для нахождения объемов перевозок для каждой пары «поставщик-потребитель» так, чтобы мощности всех поставщиков были реализованы, спросы всех потребителей были удовлетворены, суммарные затраты на перевозку были минимальны.

Ответ:

$$f = 4 \cdot x_{11} + 8 \cdot x_{12} + 10 \cdot x_{13} + 5 \cdot x_{14} + 4 \cdot x_{21} + 6 \cdot x_{22} + 2 \cdot x_{23} + 3 \cdot x_{24} + 4 \cdot x_{31} + 4 \cdot x_{32} + 6 \cdot x_{33} + 5 \cdot x_{34}$$

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 160 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} = 30 \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} = 90 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} = 100 \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} = 40 \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} = 80 \\ x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} = 60 \end{cases}$$

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-8:

1. В моменты времени t_1, t_2, t_3 производится осмотр ЭВМ. Возможны следующие состояния ЭВМ: полностью исправна, значительные неисправности, ЭВМ полностью вышла из строя. Матрица переходных вероятностей имеет вид:

$$(P_{ij}) = \begin{pmatrix} 0.1 & 0 & 0.9 \\ 0.3 & 0 & 0.7 \\ 0.5 & 0.5 & 0 \end{pmatrix}$$

Построить граф состояний. Найти вероятности состояний ЭВМ после одного, двух и трех осмотров, если в начале (при $t=0$) ЭВМ была полностью исправна. Найти предельные вероятности всех состояний.

Ответ:

$$\begin{cases} u = 0.1405 \\ v = 0.8145 \\ w = 0.045 \end{cases}$$

2. Пусть автомобиль (система) в течение одной смены (суток) может находиться в одном из двух состояний: исправном (S_1) и неисправном (S_2). Матрица переходных вероятностей имеет вид:

$$(P_{ij}) = \begin{pmatrix} 0.8 & 0.2 \\ 0.9 & 0.1 \end{pmatrix}$$

Построить граф состояний. Требуется определить вероятности состояний автомобиля через трое суток и найти предельные вероятности состояний.

Ответ:

$$\begin{cases} u = P(S_1) = 0.82 \\ v = P(S_2) = 0.18 \end{cases}$$

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Продemonстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, без недочетов.
отлично	Продemonстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи в полном объеме с отдельными несущественными недочетами.
очень хорошо	Продemonстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи, в полном объеме, но некоторые с недочетами.
хорошо	Продemonстрирована большая часть основных умений и навыков. Решены все типовые задачи с негрубыми ошибками и недочетами.

Оценка	Критерии оценивания
удовлетворительно	Продemonстрированы некоторые умения и навыки. Решена большая часть типовых задач с негрубыми ошибками и недочетами.
неудовлетворительно	Задачи не решены или решены неверно. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и навыки. Имеют место грубые ошибки.
плохо	Решение всех задач отсутствует. Невозможность оценить наличие умений и навыков вследствие несданной контрольной работы.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	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 программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
---------------	--	---	--	--	--	--	---

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-6

1. Оптимизационный подход в задачах моделирования экономических систем.
2. Примеры прикладных задач линейного программирования.
3. Принципы построения линейных математических моделей.
4. Различные формы моделей задач ЛП.
5. Графический метод решения задач ЛП.
6. Экономико-математическая модель транспортной задачи.
7. Нахождение первоначального базисного распределения поставок.
8. Критерий оптимальности базисного распределения поставок.
9. Метод потенциалов.

10. Открытая модель транспортной задачи.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-8

1. Классификация СМО.
2. Марковские процессы.
3. Потоки событий.
4. Дискретные цепи Маркова.
5. Уравнения Колмогорова.
6. Предельные вероятности состояний.
7. Непрерывные цепи Маркова.
8. Процессы гибели и размножения.
9. СМО с отказами.
10. СМО с ожиданием.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-6

1. Имеются три поставщика с запасами груза $a=\{160; 30; 90\}$ и четыре потребителя с заявками $b=\{100; 40; 80; 60\}$. Стоимость перевозки составляет из 1-го пункта отправления $\{4; 8; 10; 5\}$; из 2-го пункта отправления $\{4; 6; 2; 3\}$; из 3-го пункта отправления $\{4; 4; 6; 5\}$. Поставить математическую задачу для нахождения объемов перевозок для каждой пары «поставщик-потребитель» так, чтобы мощности всех поставщиков были реализованы, спросы всех потребителей были удовлетворены, суммарные затраты на перевозку были минимальны.

Ответ:

$$f = 4 \cdot x_{11} + 8 \cdot x_{12} + 10 \cdot x_{13} + 5 \cdot x_{14} + 4 \cdot x_{21} + 6 \cdot x_{22} + 2 \cdot x_{23} + 3 \cdot x_{24} + 4 \cdot x_{31} + 4 \cdot x_{32} + 6 \cdot x_{33} + 5 \cdot x_{34}$$

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 160 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} = 30 \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} = 90 \\ x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} = 100 \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} = 40 \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} = 80 \\ x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} = 60 \end{cases}$$

2. Дана транспортная задача:

$$f = 7 \cdot x_{11} + 2 \cdot x_{12} + 4 \cdot x_{13} + 8 \cdot x_{14} + 8 \cdot x_{21} + 9 \cdot x_{22} + 6 \cdot x_{23} + 5 \cdot x_{24} + 3 \cdot x_{31} + 5 \cdot x_{32} + 7 \cdot x_{33} + 2 \cdot x_{34} \rightarrow \min$$

Ограничения для поставщиков:

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 340 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} = 200 \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} = 160 \end{cases}$$

Ограничения для потребителей:

$$\begin{cases} x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} = 120 \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} = 170 \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} = 150 \\ x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} = 260 \end{cases}$$

Найти объемы перевозок для каждой пары «поставщик-потребитель» так, чтобы мощности всех поставщиков были реализованы, спросы всех потребителей были удовлетворены, суммарные затраты на перевозку были минимальны.

Ответ:

$$X_{opt} = \begin{pmatrix} 20 & 170 & 150 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 20 \\ 100 & 0 & 0 & 60 \end{pmatrix}$$

$$f = 7 \cdot 20 + 2 \cdot 170 + 4 \cdot 150 + 5 \cdot 200 + 3 \cdot 100 + 2 \cdot 60 = 2500$$

3. Дана транспортная задача:

$$f = 4 \cdot x_{11} + 8 \cdot x_{12} + 10 \cdot x_{13} + 5 \cdot x_{14} + 4 \cdot x_{21} + 6 \cdot x_{22} + 2 \cdot x_{23} + 3 \cdot x_{24} + 4 \cdot x_{31} + 4 \cdot x_{32} + 6 \cdot x_{33} + 5 \cdot x_{34}$$

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 160 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} = 30 \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} = 90 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} = 100 \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} = 40 \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} = 80 \\ x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} = 60 \end{cases}$$

Найти объемы перевозок для каждой пары «поставщик-потребитель» так, чтобы мощности всех поставщиков были реализованы, спросы всех потребителей были удовлетворены, суммарные затраты на перевозку были минимальны.

Ответ:

$$X_{опт} = \begin{pmatrix} 100 & 0 & 0 & 60 \\ 0 & 0 & 30 & 0 \\ 0 & 40 & 50 & 0 \end{pmatrix}$$

$$f = 4 \cdot 100 + 5 \cdot 60 + 2 \cdot 30 + 4 \cdot 40 + 6 \cdot 50 + 5 \cdot 0 = 1220$$

5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-8

1. В моменты времени t_1, t_2, t_3 производится осмотр ЭВМ. Возможны следующие состояния ЭВМ: полностью исправна, значительные неисправности, ЭВМ полностью вышла из строя. Матрица переходных вероятностей имеет вид:

$$(P_{ij}) = \begin{pmatrix} 0.1 & 0 & 0.9 \\ 0.3 & 0 & 0.7 \\ 0.5 & 0.5 & 0 \end{pmatrix}$$

Построить граф состояний. Найти вероятности состояний ЭВМ после одного, двух и трех осмотров, если в начале (при $t=0$) ЭВМ была полностью исправна. Найти предельные вероятности всех состояний.

Ответ:

$$\begin{cases} u = 0.1405 \\ v = 0.8145 \\ \omega = 0.045 \end{cases}$$

2. Система имеет четыре состояния с интенсивностями переходов $\lambda_{01}=1$ $\lambda_{13}=1$ $\lambda_{23}=1$ $\lambda_{10}=1$ $\lambda_{21}=2$ $\lambda_{32}=3$ Построить граф состояний. Составить систему дифференциальных уравнений Колмогорова для вероятностей состояний системы. Вычислить предельные значения вероятностей состояний системы.

Ответ:

$$\begin{cases} p_0 = \frac{1}{3} \\ p_1 = \frac{1}{3} \\ p_2 = \frac{1}{6} \\ p_3 = \frac{1}{6} \end{cases}$$

3. Магазин посещает в среднем 90 человек в час. Имеющийся один кассир обслуживает в среднем одного покупателя в минуту. Очередь в зал обслуживания ограничена 5 покупателями. Оценить эффективность работы СМО.

Ответ: Необходимо посадить ещё одного кассира, либо уменьшить время обслуживания каждого покупателя.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Продемонстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи.

Оценка	Критерии оценивания
	Выполнены все задания, в полном объеме, без недочетов.
отлично	Продemonстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи в полном объеме с отдельными несущественными недочетами.
очень хорошо	Продemonстрированы все основные умения и навыки. Решены все задачи, в полном объеме, но некоторые с недочетами.
хорошо	Продemonстрирована большая часть основных умений и навыков. Решены все типовые задачи с негрубыми ошибками и недочетами.
удовлетворительно	Продemonстрированы некоторые умения и навыки. Решена большая часть типовых задач с негрубыми ошибками и недочетами.
неудовлетворительно	Задачи не решены или решены неверно. При решении стандартных задач не продemonстрированы основные умения и навыки. Имеют место грубые ошибки.
плохо	Решение всех задач отсутствует. Невозможность оценить наличие умений и навыков вследствие несданной контрольной работы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

- Новиков Анатолий Иванович. Экономико-математические методы и модели : Учебник для бакалавров; Учебник / Российский университет кооперации. - 3-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2020. - 532 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-394-03782-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=632438&idb=0>.
- Орлова Ирина Владленовна. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование : Учебное пособие / Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. - 3-е изд. - Москва : Вузовский учебник, 2019. - 389 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-9558-0208-4. - ISBN 978-5-16-101114-0. - ISBN 978-5-16-004897-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=630996&idb=0>.
- Гармаш А. Н. Экономико-математические методы и прикладные модели : учебник / А. Н. Гармаш, И. В. Орлова, В. В. Федосеев ; под редакцией В. В. Федосеева. - 4-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 328 с. - (Бакалавр и магистр. Академический курс). - URL: <https://urait.ru/bcode/507819> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-9916-3698-8 : 1039.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=817090&idb=0>.

Дополнительная литература:

- Гетманчук Андрей Владимирович. Экономико-математические методы и модели : Учебное

- пособие / Российский университет кооперации. - Москва : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2018. - 186 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-394-01575-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=632647&idb=0>.
2. Герасименко П. В. Экономико-математические модели / Герасименко П. В. - Санкт-Петербург : ПГУПС, 2019. - 58 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ПГУПС - Экономика и менеджмент. - ISBN 978-5-7641-1348-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730518&idb=0>.
3. Гурко А. И. Экономико-математические методы и модели : пособие для студентов и магистрантов, обучающихся по специальности направления образования «экономика и организация производства» / Гурко А. И. - Минск : БНТУ, 2020. - 236 с. - Книга из коллекции БНТУ - Экономика и менеджмент. - ISBN 978-985-583-119-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=805401&idb=0>.
4. Юдин Сергей Владимирович. Математика и экономико-математические модели : Учебник / Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Тульский ф-л. - Москва : Издательский Центр РИОР, 2018. - 374 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-369-01409-7. - ISBN 978-5-16-102510-9. - ISBN 978-5-16-010497-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=742003&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. <http://www.unn.ru/rus/books/table.html>
2. <http://elibrary.ru/>
3. <http://e.lanbook.com/>
4. <http://www.znaniium.com/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 38.03.01 - Экономика.

Автор(ы): Тутынина Ольга Игоревна, кандидат физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Семенов Алексей Валерьевич, кандидат физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.11.2024, протокол № №5.