

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
 «САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
 Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ
 Декан механико-математического факультета
 Захаров А.М.



2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Исследование операций

Направление подготовки бакалавриата
09.03.03 Прикладная информатика

Профиль подготовки бакалавриата
Прикладная информатика в экономике

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
заочная

Саратов,
 2022

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Купцов С.Н., Балаш В.А., Дудов С.И.	<i>[Handwritten signature]</i>	30.03.22
Председатель НМК	Тышкевич С.В.	<i>[Handwritten signature]</i>	30.03.22
Заведующий кафедрой	Дудов С.И.	<i>[Handwritten signature]</i>	30.03.22
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения спецкурса «Исследование операций» является:

- изучение возможностей применения MATLAB для решения задач имитационного моделирования, оптимизации и математической экономики.
- овладение совокупностью знаний в области создания и эксплуатации имитационных моделей экономических систем и процессов, применения программного обеспечения имитационного моделирования, разработки планов и анализа результатов модельных экспериментов, проверки достоверности и адекватности моделей.
- знакомство с элементами выпуклого анализа и вариационного исчисления, освоение методов линейного и выпуклого программирования, численных методов оптимизации функций без ограничений и при наличии ограничений
- знакомство с математическими методами количественной оценки параметров моделей экономических явлений и процессов; ознакомление с теорией построения эконометрических моделей; освоение методов бизнес-прогнозирования; освоение современных эконометрических пакетов прикладных программ.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Данная дисциплина Б1.В.ДВ.05.02 относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.«Дисциплины (модули)» учебного плана ООП по направлению **09.03.03 Прикладная информатика**, профилю подготовки **Прикладная информатика в экономике**.

Для усвоения данной дисциплины требуется предварительное знакомство со следующими курсами

- Б1.О.04 Математика.
- Б1.В.05 Линейная алгебра и аналитическая геометрия.
- Б1.В.10 Экономическая теория.
- Б1.В.12 Теория вероятностей и математическая статистика;

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, будут использованы при освоении дисциплин

- Б1.В.ДВ.06.01 Методы финансовых и коммерческих расчетов
- Б1.В.ДВ.07.01 Оптимальное портфельное инвестирование

3. Результаты обучения по дисциплине «Исследование операций»

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	1.1_Б.УК-1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи.	Знать: постановку основных задач оформления текста; инструментарий пакета LaTeX , необходимый для форматирования математического текста. Уметь: анализировать задачи, выделяя ее базовые составляющие; осуществлять декомпозицию задачи. Владеть: навыками анализа задачи с выделением ее базовых

		составляющих.
2.1_Б.УК-1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.		<p>Знать: постановку основных задач оформления текста; основной инструментарий пакета LaTeX, необходимый для форматирования математического текста.</p> <p>Уметь: находить научно-техническую информацию по использованию пакетов прикладных программ для решения поставленной задачи, и критически ее анализировать.</p> <p>Владеть: навыками поиска, обработки и анализа научно-технической информации, необходимой для решения поставленной задачи.</p>
3.1_Б.УК-1. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.		<p>Знать: постановку основных задач оформления текста; основной инструментарий пакета LaTeX, необходимый для форматирования математического текста.</p> <p>Уметь: решать математические задачи с помощью пакета LaTeX различными способами на основе обработки и анализа научно-технической информации.</p> <p>Владеть: навыками оценивания достоинств и недостатков различных инструментов пакета LaTeX, применяемых при форматировании математического текста., на основе обработки и анализа научно-технической информации.</p>
4.1_Б.УК-1. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.		<p>Знать: постановку основных задач оформления текста; основной инструментарий пакета LaTeX, необходимый для форматирования</p>

		<p>математического текста. Уметь: грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки на основе обработки и анализа научно-технической информации; отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности. Владеть: навыками формирования собственных суждений и оценок по вопросам применения пакета LaTeX, необходимый для форматирования математического текста. на основе обработки и анализа научно-технической информации.</p>
	<p>5.1_Б.УК-1. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.</p>	<p>Знать: постановку основных задач оформления текста; основной инструментарий пакета LaTeX, необходимый для форматирования математического текста. Уметь: решать издательские задачи с помощью инструментария пакета LaTeX и оценивать практические последствия возможных решений на основе обработки и анализа научно-технической информации. Владеть: навыками определения и оценивания практических последствий возможных решений задач оформления текста с помощью инструментария пакета LaTeX на основе обработки и анализа научно-технической информации.</p>
<p>УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать</p>	<p>1.1_Б.УК-2. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее</p>	<p>Знать: - методы формализации задач, решение которых позволяет достичь</p>

оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.	поставленную цель Уметь: -выбрать средства решения выделенных задач Владеть: методами прогнозирования результатов решения поставленных задач
	2.1_ Б.УК-2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	Знать: - методики проектирования решения конкретной задачи проекта Уметь: -выбрать оптимальный способ решения сформулированной задачи проекта Владеть: методами решения конкретных задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений
	3.1_ Б.УК-2. Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время	Знать: - методы решения задач проекта с заявленным качеством и за установленное время Уметь: -применять математические методы исследований к решению и анализу решений задач, Владеть: - методами решения задач проекта с заявленным качеством и за установленное время
	4.1_ Б.УК-2. Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта.	Знать: -методики публичного представления решения задач Уметь: - публично представлять результаты решения конкретной задачи проекта - Владеть: - методами публичного представления результатов решения конкретной задачи проекта
ПК-2. Способность разрабатывать и адаптировать программное прикладное обеспечение.	1.1_ Б.ПК-2. Грамотно использует информацию о: методах и приемах формализации задач; методах и приемах алгоритмизации поставленных задач; программных продуктах для графического	Знать: – методы и приемы формализации задач; методы и приемы алгоритмизации поставленных задач;

	<p>отображения алгоритмов; стандартных алгоритмах и областях их применения; выбранном языке программирования, особенностях программирования на этом языке; языках формализации функциональных спецификаций; методологиях разработки программного обеспечения; нотациях и программных продуктах для графического отображения алгоритмов; компонентах программно-технических архитектур, существующих приложениях и интерфейсах взаимодействия с ними; технологиях программирования; особенностях выбранной среды программирования; основных принципах и методах управления персоналом; нормативных документах, определяющих требования к оформлению программного кода; методах и средствах выявления дефектов, проблем и причин их возникновения; методах и средствах управления запросами на изменения; методах верификации программного обеспечения; методах валидации программного обеспечения; методах ревизии программного обеспечения; методах аудита программного обеспечения; методах планирования и документирования вносимых изменений в программное обеспечение; нормативно-технических документах (стандартах и регламентах) по процессам управления изменениями и проблемами; методах принятия управленческих решений; основных принципах и методах управления персоналом.</p>	<p>Уметь: – использовать программные продукты для графического отображения алгоритмов; языки формализации функциональных спецификаций</p> <p>Владеть: – методами и приемами формализации задач; методами и приемами алгоритмизации поставленных задач; методами принятия управленческих решений</p>
	<p>2.1_Б.ПК-2. Применяет методы и приемы формализации и алгоритмизации поставленных задач; использует программные продукты для графического отображения алгоритмов.</p>	<p>Знать: – методы и приемы формализации и алгоритмизации поставленных задач; программные продукты для графического отображения</p>

		<p>алгоритмов. Уметь: – использовать программные продукты для графического отображения алгоритмов; методы и приемы формализации и алгоритмизации поставленных задач Владеть: – методами и приемами формализации задач; методами и приемами алгоритмизации поставленных задач;</p>
	<p>3.1_Б.ПК-2. Применяет стандартные алгоритмы в соответствующих областях; пишет программный код на выбранном языке программирования; использует выбранную среду программирования; применяет нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода; применяет лучшие мировые практики оформления программного кода; использует возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры; применяет коллективную среду разработки программного обеспечения и систему контроля версий; применяет методы и средства управления запросами на изменения, выявление дефектов и проблем, причин их возникновения.</p>	<p>Знать: – нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода; возможности имеющейся технической и/или программной архитектуры Уметь: – использовать стандартные алгоритмы в соответствующих областях; писать программный код на выбранном языке программирования; использовать выбранную среду программирования; применять нормативные документы, определяющие требования к оформлению программного кода Владеть: – стандартными алгоритмами, методами и средствами управления запросами на изменения, выявление дефектов и проблем, причин их возникновения.</p>
	<p>4.1_Б.ПК-2. Применяет нормативно-технические документы (стандарты и регламенты) по процессам управления изменениями и проблемами; применяет методы планирования и документирования вносимых изменений в программное</p>	<p>Знать: – нормативно-технические документы (стандарты и регламенты) по процессам управления изменениями и проблемами; методы планирования и документирования вносимых изменений в</p>

	<p>обеспечение; применяет методы верификации программного обеспечения; применяет методы валидации программного обеспечения; применяет методы ревизии программного обеспечения; применяет методы аудита программного обеспечения; применяет методы принятия управленческих решений; взаимодействует с подразделениями организации в рамках процесса разработки.</p>	<p>программное обеспечение; методы верификации программного обеспечения Уметь: – использовать нормативно-технические документы (стандарты и регламенты) по процессам управления изменениями и проблемами; методы планирования и документирования вносимых изменений в программное обеспечение; методы верификации программного обеспечения Владеть: – методами планирования и документирования вносимых изменений в программное обеспечение; методами верификации программного обеспечения; методами валидации программного обеспечения;</p>
	<p>5.1_Б.ПК-2. Имеет опыт: распределения задач на разработку между исполнителями; оценки качества формализации поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других принятых в организации нормативных документов; оценки качества алгоритмизации поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других принятых в организации нормативных документов; оценки качества и эффективности программного кода; принятия управленческих решений по изменению программного кода; редактирования программного кода; контроля версий программного обеспечения в соответствии с регламентом и выбранной системой контроля версий; установления причин возникновения дефектов и проблем в программном обеспечении; оценки запросов на изменения и предложенных</p>	<p>Знать: – оценки качества формализации поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других принятых в организации нормативных документов; оценки качества алгоритмизации поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других принятых в организации нормативных документов Уметь: –распределять задачи на разработку между исполнителями; оценивать качество формализации поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других принятых в организации нормативных</p>

	<p>решений по их осуществлению (по стоимости, трудоемкости, эффективности); принятия управленческих решений о реализации запросов на изменения (решения о необходимости и сроках внесения изменений в программное обеспечение и документацию); планирования и документирования внесения изменений в программное обеспечение; контроля исполнения принятых управленческих решений; планирования и контроля процессов верификации программного обеспечения; взаимодействия с заказчиком в процессе валидации программного обеспечения; планирования и контроля процесса ревизии программного обеспечения; взаимодействия с внешним аудитором в процессе аудита программного обеспечения.</p>	<p>документов Владеть: – оценками качества формализации поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других принятых в организации нормативных документов; оценки качества алгоритмизации поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других принятых в организации нормативных документов</p>
<p>ПК-5. Способность моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область.</p>	<p>1.1_Б.ПК-5. Грамотно использует информацию о: возможностях типовой ИС; предметной области автоматизации; инструментах и методах моделирования бизнес-процессов; основах управления организационными изменениями; технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, основах конфликтологии; архитектуре, устройстве и функционировании вычислительных систем; основах современных операционных систем; основах современных систем управления базами данных; устройстве и функционировании современных ИС; современных стандартах информационного взаимодействия систем; программных средствах и платформах инфраструктуры информационных технологий организаций; современных подходах и стандартах автоматизации организации (например, CRM, MRP, ERP, ITIL, ITSM); основах теории систем и системного анализа; методиках описания и моделирования бизнес-</p>	<p>Знать: - инструменты и методы моделирования бизнес-процессов; основы управления организационными изменениями Уметь: -применять математические методы исследований к решению и анализу решений задач, возникающих в результате моделирования бизнес-процессов Владеть: - методиками описания и моделирования бизнес-процессов, средствами моделирования бизнес-процессов;</p>

	<p>процессов, средствах моделирования бизнес-процессов; системах классификации и кодирования информации, в том числе присвоении кодов документам и элементам справочников; отраслевой нормативной технической документации; источниках информации, необходимой для профессиональной деятельности; современном отечественном и зарубежном опыте в профессиональной деятельности; формировании и механизмах рыночных процессов организации; основах управления торговлей, поставками и запасами; основах организации производства; основах управления взаимоотношениями с клиентами и заказчиками (CRM); основах теории управления; современных инструментах и методах управления организацией, в том числе методах планирования деятельности, распределения поручений, контроля исполнения, принятия решений; методологиях ведения документооборота в организациях; инструментах и методах определения финансовых и производственных показателей деятельности организаций; основах организационной диагностики; основах реинжиниринга бизнес-процессов организации; технологиях подготовки и проведения презентаций</p>	
	<p>2.1_Б.ПК-5. Проводит анкетирование, интервьюирование; анализирует исходную документацию; проводит презентации; анализирует функциональные разрывы.</p>	<p>Знать: -методы анализа исходной информации, проведения презентации, • особенности имитационного моделирования, предметные области применения; принципы и методы анализа динамических управляемых систем с обратной связью и их применения для решения производственных,</p>

		<p>организационных и социально-экономических задач; подходы к решению экономических задач методом Монте-Карло</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> -применять инструментальные средства построения имитационных моделей в рамках подхода системной динамики и технологии дискретно-событийного моделирования; анализировать результаты прогонов имитационных моделей и планировать модельные эксперименты <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> -навыками применять инструментальные средства построения имитационных моделей в рамках подхода системной динамики и технологии дискретно-событийного моделирования; анализировать результаты прогонов имитационных моделей и планировать модельные эксперименты
	<p>3.1_Б.ПК-5. Собирает исходные данные у заказчика; разрабатывает модели бизнес-процессов; согласует с заказчиком модели бизнес-процессов; утверждает у заказчика модели бизнес-процессов; анализирует функциональные разрывы и корректирует на этой основе существующие модели бизнес-процессов; согласует с заказчиком предлагаемые изменения; утверждает у заказчика предлагаемые изменения.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы математической формализации бизнес-процессов,• основные методы оценивания параметров эконометрических моделей, проверки статистических гипотез и построения доверительных интервалов и доверительных областей; методы оценивания параметров линейных и нелинейных регрессионных моделей и систем одновременных эконометрических уравнений, методы анализа временных рядов <p>Уметь: анализировать функциональные разрывы и корректировать существующие модели</p>

		<p>бизнес-процессов, согласовать с заказчиком предлагаемые изменения.</p> <ul style="list-style-type: none"> • работать с пользовательским интерфейсом MATLAB, вводить команды и создавать переменные, проводить анализ векторов и матриц, визуализировать векторные и матричные данные, работать с файлами данных, работать с типами данных, автоматизировать команды с помощью скриптов, писать программы с логикой и управлять потоком, писать функции <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками построения эконометрических моделей, навыками использования пакетов статистического анализа для построения эконометрических моделей
<p>ПК-8 Способность проводить тестирование компонентов программного обеспечения ИС</p>	<p>1.1_Б.ПК -8. Грамотно использует информацию об: инструментах и методах модульного тестирования; регламентах модульного тестирования; возможностях ИС; предметной области автоматизации; источниках информации, необходимой для профессиональной деятельности; современном отечественном и зарубежном опыте в профессиональной деятельности; диаграмме Ганта, методе «набегающей волны», типах зависимостей между работами; оценке (прогнозировании) бюджетов и графиков: методе аналогов, экспертных оценках; управлении содержанием проекта: документировании требований, анализе продукта, модерируемых совещаниях; управлении качеством: контрольных списках, верификации, валидации (приемосдаточных испытаниях);</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - инструменты и методы модульного тестирования; регламенты модульного тестирования; возможности ИС; предметную область автоматизации; источники информации, необходимой для профессиональной деятельности <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> использовать современный отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности; диаграмму Ганта, метод «набегающей волны», типы зависимостей между работами; оценки (прогнозировании) бюджетов и графиков: метод аналогов, экспертных оценок; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - комплексом средств, которые используются в

	<p>инструментах и методах интеграционного тестирования; основах управления изменениями; управлении коммуникациями в проекте: базовых навыках управления (в том числе проведении презентаций, проведении переговоров, публичных выступлениях)</p>	<p>-управлении содержанием проекта: документировании требований, анализе продукта, модерлируемых совещаниях; -управлении качеством: контрольных списках, верификации, валидации (приемо-сдаточных испытаниях); инструментах и методах интеграционного тестирования; -в основах управления изменениями; управлении коммуникациями в проекте: базовых навыках управления (в том числе проведении презентаций, проведении переговоров, публичных выступлениях)•</p>
	<p>2.1_Б.ПК -8. Распределяет работы и выделяет ресурсы; контролирует исполнение поручений</p>	<p>Знать: - методы распределения работ и выделения соответствующих необходимых для этого ресурсов Уметь: использовать методы распределения работ и выделения соответствующих необходимых для этого ресурсов Владеть: необходимой информацией для распределения работы и о необходимых для этого ресурсах •</p>
	<p>3.1_Б.П К-8. Анализирует исходные данные и разрабатывает регламентные документы</p>	<p>Знать: - методы анализа исходных данных и способы разработки регламентных документов - Уметь: анализировать исходные данные и разрабатывать регламентные документы Владеть: - • методами анализа исходных данных и способами разработки регламентных документов</p>
	<p>4.1_Б.ПК -8. Имеет опыт:</p>	<p>Знать:</p>

	<p>обеспечения соответствия процессов модульного тестирования ИС принятым в организации или проекте стандартам и технологиям; назначения и распределения ресурсов; контроля исполнения; анализа результатов тестирования с точки зрения организации процесса тестирования; разработки предложений по совершенствованию процесса тестирования</p>	<p>- методы обеспечения соответствия процессов модульного тестирования ИС принятым в организации или проекте стандартам и технологиям; - Уметь: назначать и распределять ресурсы; контролировать исполнение; анализировать результаты тестирования с точки зрения организации процесса тестирования Владеть: - методикой разработки предложений по совершенствованию процесса тестирования</p>
<p>ПК-9 Способность осуществлять ведение базы данных и поддержку информационного обеспечения решения прикладных задач</p>	<p>1.1_Б.ПК -9. Грамотно использует информацию о: инструментах и методах проектирования структур баз данных; инструментах и методах верификации структуры базы данных; возможностях ИС; предметной области автоматизации; основах современных систем управления базами данных; теории баз данных; основах программирования; современных объектно-ориентированных языках программирования; современных структурных языках программирования; языках современных бизнес-приложений; современных методиках тестирования разрабатываемых ИС: инструментах и методах модульного тестирования, инструментах и методах тестирования нефункциональных и функциональных характеристик ИС; источниках информации, необходимой для профессиональной деятельности; современном отечественном и зарубежном опыте в профессиональной деятельности; основах управления торговлей, поставками и запасами; основах организации производства; основах управления</p>	<p>Знать: - инструменты и методы проектирования структур баз данных; инструменты и методы верификации структуры базы данных; возможности ИС; предметной области автоматизации; основы современных систем управления базами данных; теорию баз данных; основы программирования; современные объектно-ориентированные языки программирования; современные структурные языки программирования; языки современных бизнес-приложений Уметь: применять современные методики тестирования разрабатываемых ИС: инструменты и методы модульного тестирования, инструменты и методы тестирования нефункциональных и функциональных характеристик ИС; использовать источники информации, необходимые для</p>

	<p>взаимоотношениями с клиентами и заказчиками (CRM); современных инструментах и методах управления организацией, в том числе методах планирования деятельности, распределения поручений, контроля исполнения, принятия решений; методологии ведения документооборота в организациях; инструментах и методах определения финансовых и производственных показателей деятельности организаций</p>	<p>профессиональной деятельности; использовать информацию о современном отечественном и зарубежном опыте в профессиональной деятельности</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - • основами управления торговлей, поставками и запасами; основами организации производства; основами управления взаимоотношениями с клиентами и заказчиками (CRM); современными инструментами и методами управления организацией, в том числе методами планирования деятельности, распределения поручений, контроля исполнения, принятия решений; методологией ведения документооборота в организациях; инструментами и методами определения финансовых и производственных показателей деятельности организаций
	<p>2.1_Б.ПК -9. Разрабатывает и верифицирует структуру баз данных</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - теорию разработки и верификации структур баз данных <p>Уметь: применять методы разработки и верификации структур баз данных</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - • методами разработки и верификации структур баз данных
	<p>3. 1_Б.ПК-9. Разрабатывает структуру баз данных ИС в соответствии с архитектурной спецификацией; верифицирует структуру баз данных ИС относительно архитектуры ИС и требований заказчика к ИС; устраняет обнаруженные несоответствия</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методику разработки структуры базы данных ИС в соответствии с архитектурной спецификацией; <p>Уметь: верифицировать структуру баз данных ИС относительно архитектуры</p>

		<p>ИС и требований заказчика к ИС; Владеть: методикой устранения обнаруженных несоответствий</p>
<p>ПК-11 Способность осуществлять презентацию информационной системы и начальное обучение пользователей</p>	<p>1.1_Б.ПК -11. Грамотно использует информацию о: инструментах и методах разработки пользовательской документации; предметной области автоматизации; устройстве и функционировании современных ИС; системах хранения и анализа баз данных; современных стандартах информационного взаимодействия систем; программных средствах и платформах инфраструктуры информационных технологий организаций; современных подходах и стандартах автоматизации организации (например, CRM, MRP, ERP, ITIL, ITSM); системах классификации и кодирования информации, в том числе присвоении кодов документам и элементам справочников; источниках информации, необходимой для профессиональной деятельности; современном отечественном и зарубежном опыте в профессиональной деятельности; основах управленческого учета; основах управления торговлей, поставками и запасами; основах организации производства; основах информационной безопасности организации; основах управления взаимоотношениями с клиентами и заказчиками (CRM); современных инструментах и методах управления организацией, в том числе методах планирования деятельности, распределения поручений, контроля исполнения, принятия решений; методологии ведения документооборота в организациях; возможностях ИС; основных принципах обучения; принципах разработки курсов обучения; инструментах и методах</p>	<p>Знать: инструменты и методы разработки пользовательской документации; предметную область автоматизации; устройство и функционирование современных ИС; системы хранения и анализа баз данных; современные стандарты информационного взаимодействия систем; программные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий организаций; современные подходы и стандарты автоматизации организации (например, CRM, MRP, ERP, ITIL, ITSM); системы классификации и кодирования информации, в том числе присвоении кодов документам и элементам справочников; источники информации, необходимой для профессиональной деятельности; - Уметь: использовать -отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности; -основы управленческого учета; основы управления торговлей, поставками и запасами; -основы организации производства; основы информационной безопасности организации; основы управления взаимоотношениями с</p>

	<p>выявления требований; технологиях подготовки и проведения презентаций; методиках и типовых программах обучения пользователей, рекомендованных производителем ИС; основах системного администрирования; основах современных операционных систем; основах теории управления</p>	<p>клиентами и заказчиками (CRM); - современные инструменты и методы управления организацией, в том числе методы планирования деятельности, распределения поручений, контроля исполнения, принятия решений; Владеть: - методологией ведения документооборота в организациях; возможностями ИС; основными принципами обучения; принципами разработки курсов обучения; инструментами и методами выявления требований; технологиями подготовки и проведения презентаций; методиками и типовыми программами обучения пользователей, рекомендованными производителем ИС; основами системного администрирования; основами современных операционных систем; основами теории •управления</p>
	<p>2.1_Б.ПК -11. Разрабатывает пользовательскую документацию; устанавливает программное обеспечение; проводит презентации; разрабатывает курсы обучения</p>	<p>Знать: методику разработки пользовательской документации; - Уметь: устанавливать программное обеспечение; проводить презентации; Владеть: - • методикой разработки и проведения курсов обучения</p>
	<p>3.1_Б.ПК -11. Разрабатывает и выбирает программы обучения пользователей ИС; проводит обучение пользователей ИС по сложным программам обучения</p>	<p>Знать: - методику обучения пользователей ИС по сложным программам обучения Уметь: - разрабатывать и выбирать программы обучения пользователей ИС</p>

		Владеть: методикой обучения пользователей ИС по сложным программам обучения
	4.1_Б.ПК -11. Осуществляет выходное тестирование пользователей ИС; собирает замечания и пожелания пользователей для развития ИС	Знать: - методику выполнения выходного тестирования пользователей ИС - Уметь выполнять выходное тестирования пользователей ИС Владеть: - приемами сбора замечаний и пожеланий пользователей для развития ИС
ПК-12. Способность выявлять бизнес-проблемы или бизнес-возможности.	1.1_Б.ПК-12. Грамотно использует информацию о: методах, техниках, процессах и инструментах управления требованиями заинтересованных сторон; предметной области и специфике деятельности организации в объеме, достаточном для решения задач бизнес-анализа; теории межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии; теории конфликтов; языках визуального моделирования; теории управления рисками; теории систем.	Знать: -методы ,технику, процессы и инструменты управления требованиями заинтересованных сторон Уметь: -применять методы имитационного и эконометрического моделирования для решения задач бизнес-анализа Владеть: -методами анализа результатов прогонов имитационных моделей бизнес-процессов и планирования модельных экспериментов
	2.1_Б.ПК-12. Использует техники выявления заинтересованных сторон; планирует, организовывает и проводит встречи и обсуждения с заинтересованными сторонами; использует техники эффективных коммуникаций; выявляет, регистрирует, анализирует и классифицирует риски и разрабатывает комплекс мероприятий по их минимизации; собирает, классифицирует, систематизирует и обеспечивает хранение и актуализацию информации бизнес-анализа; оформляет результаты бизнес-анализа в соответствии с выбранными подходами;	Знать: -технику планирования и организации встреч заинтересованных сторон; методы сбора, классификации и систематизации информации для бизнес-анализа Уметь: - оформлять результаты бизнес-анализа в соответствии с выбранными подходами; определять связи и зависимости между элементами информации бизнес-анализа Владеть:

	<p>определяет связи и зависимости между элементами информации бизнес-анализа; представляет информацию бизнес-анализа различными способами и в различных форматах для обсуждения с заинтересованными сторонами; применяет информационные технологии в объеме, необходимом для целей бизнес-анализа.</p>	<p>- методами представления информации о бизнес-анализе различными способами и в различных форматах для обсуждения с заинтересованными сторонами</p>
	<p>3.1_Б.ПК-12. Анализирует внутренние (внешние) факторы и условия, влияющие на деятельность организации; анализирует требования заинтересованных сторон с точки зрения критериев качества, определяемых выбранными подходами; оформляет требования заинтересованных сторон в соответствии с выбранными подходами; классифицирует требования заинтересованных сторон в соответствии с выбранными подходами; моделировать требования заинтересованных сторон в соответствии с выбранными подходами; документировать требования заинтересованных сторон в соответствии с выбранными подходами к оформлению требований; определяет атрибуты требований заинтересованных сторон и их значения в соответствии с выбранными подходами; управляет изменениями требований заинтересованных сторон в соответствии с выбранным подходом; анализирует качество информации бизнес-анализа с точки зрения выбранных критериев; проводит анализ предметной области.</p>	<p>Знать: -методы анализа внутренних (внешних) факторов и условий, влияющих на деятельность организации; анализа требований заинтересованных сторон с точки зрения критериев качества, определяемых выбранными подходами Уметь: - классифицировать требования заинтересованных сторон в соответствии с выбранными подходами; моделировать требования заинтересованных сторон в соответствии с выбранными подходами; документировать требования Владеть: -методами анализа качества информации бизнес-анализа с точки зрения выбранных критериев;</p>
	<p>4.1_Б.ПК-12. Выполняет функциональную декомпозицию работ; моделирует объем и границы работ; выявляет и классифицирует бизнес-проблемы или бизнес-возможности; представляет информацию о выявленных бизнес-проблемах или бизнес-возможностях</p>	<p>Знать: -приемы выполнения функциональной декомпозиции работ, моделирования объема и границ работ Уметь: -выявлять и классифицировать бизнес-</p>

	<p>различными способами и в различных форматах для обсуждения с заинтересованными сторонами.</p>	<p>проблемы и бизнес-возможности, представлять информацию о выявленных бизнес-проблемах или бизнес-возможностях Владеть: - различными способами и в различных форматах представлять информацию для обсуждения с заинтересованными сторонами</p>
	<p>5.1_Б.ПК-12. Имеет опыт: анализа потребностей заинтересованных сторон; анализа контекста; выявлять и документирования истинных бизнес-проблем или бизнес-возможностей; согласования с заинтересованными сторонами выявленных бизнес-проблем или бизнес-возможностей; формирования целевых показателей решений.</p>	<p>Знать: -методы анализа потребностей заинтересованных сторон; анализа контекста; Уметь: -документировать истинные бизнес-проблемы или бизнес-возможности, согласовать с заинтересованными сторонами выявленные бизнес-проблемы или бизнес-возможности Владеть: -приемами формирования целевых показателей решений</p>
<p>ПК-13. Способность формировать возможные решения на основе разработанных целевых показателей, дать анализ и обоснование выбранного решения.</p>	<p>1.1_Б.ПК-13. Грамотно использует информацию о: теории межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии; теории конфликтов; языках визуального моделирования; методах сбора, анализа, систематизации, хранения и поддержания в актуальном состоянии информации бизнес-анализа; информационных технологиях (программном обеспечении), применяемых в организации, в объеме, необходимом для целей бизнес-анализа; теории систем; предметной области и специфике деятельности организации в объеме, достаточном для решения задач бизнес-анализа.</p>	<p>Знать: - методы сбора, анализа, систематизации, хранения и поддержания в актуальном состоянии информации бизнес-анализа; Уметь: - использовать информацию о: теории межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии; теории конфликтов; языках визуального моделирования Владеть: -информационными технологиями (программным обеспечением), применяемым в организации, в объеме, необходимом для целей бизнес-анализа;</p>

	<p>2.1_Б.ПК-13. Выявляет, регистрирует, анализирует и классифицирует риски и разрабатывает комплекс мероприятий по их минимизации; оформляет результаты бизнес-анализа в соответствии с выбранными подходами; определяет связи и зависимости между элементами информации бизнес-анализа; применяет информационные технологии в объеме, необходимом для целей бизнес-анализа.</p>	<p>Знать: - методы и приемы выявления, регистрации, анализа и классификации рисков Уметь: -разрабатывать комплекс мероприятий по их минимизации; оформлять результаты бизнес-анализа в соответствии с выбранными подходами; определять связи и зависимости между элементами информации бизнес-анализа Владеть: -информационными технологиями в объеме, необходимом для целей бизнес-анализа.</p>
	<p>3.1_Б.ПК-13. Анализирует внутренние (внешние) факторы и условия, влияющие на деятельность организации; анализирует требования заинтересованных сторон с точки зрения критериев качества, определяемых выбранными подходами; проводит оценку эффективности решения с точки зрения выбранных критериев; оценивает бизнес-возможность реализации решения с точки зрения выбранных целевых показателей; моделирует объем и границы работ; планирует, организовывает и проводит встречи и обсуждения с заинтересованными сторонами</p>	<p>Знать: - внутренние (внешние) факторы и условия, влияющие на деятельность организации Уметь: - анализировать требования заинтересованных сторон с точки зрения критериев качества, определяемых выбранными подходами; проводить оценку эффективности решения с точки зрения выбранных критериев; оценивать бизнес-возможности Владеть: - методиками моделирования объема и границы работ; планирования, организации и проведения встреч и обсуждения с заинтересованными сторонами</p>
	<p>4.1_Б.ПК-13. Выявляет, собирает и анализирует информацию бизнес-анализа для формирования возможных решений; описывает возможные решения; анализирует решения с точки зрения достижения целевых показателей решений; оценивает ресурсы, необходимые для реализации</p>	<p>Знать: - методики сбора и анализа информации для бизнес-анализа и формирования возможных решений Уметь: - описывать возможные решения; анализировать решения с точки зрения</p>

	решений; оценивает эффективность каждого варианта решения как соотношения между ожидаемым уровнем использования ресурсов и ожидаемой ценностью; выбирает решения для реализации в составе группы экспертов.	достижения целевых показателей решений; оценивать ресурсы, необходимые для реализации решений Владеть: -методиками оценки эффективности каждого варианта решения как соотношения между ожидаемым уровнем использования ресурсов и ожидаемой ценностью
--	---	--

4. Структура и содержание дисциплины «Исследование операций»

Общая трудоемкость составляет 16 зач. ед (576 часов).

№ п/п	Раздел дисциплины	се м е с т р	Нед е л ь	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				СР	кон тр оль	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции		Практ.занятия				
				Объем трудое мкост и	Из них: практи ческая подгото вка	Объем трудое мкост и	Из них: практи ческая подгото вка			
	Часть 1 «Введение в MATLAB»	3								
1	Пользовательский интерфейс MATLAB	3	1				3		опрос, проверка дом. задания	
2	Переменные и выражения	3	1			1	5		опрос, проверка дом. задания	
3	Работа с векторами и матрицами	3	1			1	5		опрос, проверка дом. задания	
4	Визуализация векторных и матричных данных	3	1				5		отчёт по практике,	
5	Автоматизация работы с помощью скриптов	3	1			1	4		опрос, проверка дом. задания	
6	Работа с файлами данных, функции ввода и вывода	3	1			1	4		Отчёт по практической подготовке	
	3 семестр (зимняя сессия), 2 курс Всего 36 часов			6		4	26			
	Промежуточная аттестация за часть 1,4 семестр (летняя сессия), 2 курс							4	Зачет, 1контр.раб., курсовая работа- зачет	

	Часть 2 «Имитационное моделирование в экономике»	4							
1	Основные понятия теории имитационного моделирования	4		1		1		4	опрос, проверка дом. задания
2	Математические схемы и инструментальные средства моделирования систем	4				1		5	опрос, проверка дом. задания
3	Статистическое моделирование систем на ЭВМ	4		1				4	опрос, проверка дом. задания
4	Непрерывно-детерминированные модели. Подход системной динамики к созданию имитационных моделей	4		1		1		5	опрос, проверка дом. задания.
5	Дискретно-событийное моделирование. Основы имитационного моделирования средствами GPSS World	4						4	опрос, проверка дом. задания
6	Планирование машинных экспериментов с моделями систем, обработка и анализ результатов моделирования систем	4		1		1		4	Контрольная работа
7	Создание имитационных моделей с использованием InsignMaker	4		1		1		4	опрос, проверка дом. задания
8	Средства Anylogic для имитационного моделирования систем	4		1				5	опрос, проверка дом. задания
9	Моделирование непрерывных систем в Anylogic	4				1		4	опрос, проверка дом. задания
10	Разработка дискретно-событийных моделей в Anylogic	4		1				5	опрос, проверка дом. задания
11	Многоагентные системы. Средства агентного	4				1		4	опрос, проверка дом. задания

	моделирования в InsignMaker								
12	Агентное моделирование в Anylogic	4		1		1		4	Отчёт по практической подготовке
	4 семестр (летняя сессия), 2 курс Итого 72 часа			8		8		52	4
	Промежуточная аттестация за часть 2, 5 семестр (зимняя сессия), 3 курс								4 Зачет, 1 контр. раб.
	Часть 3 Методы оптимизации"	5							
1	Линейное программирование	5		2		2		33	опрос, проверка дом. задания
2	Элементы выпуклого анализа	5		1		1		43	контр. раб.
3	Выпуклое программирование	5		2		2		44	опрос, проверка дом. задания
4	Численные методы оптимизации	5		1		1		44	опрос, проверка дом. задания
	5 семестр (зимняя сессия), 3 курс Итого 180 часов			6		6		164	4
5	Элементы вариационного исчисления	6		2				33	опрос, проверка дом. задания
	Промежуточная аттестация за часть 3, 6 семестр (летняя сессия), 3 курс								9 Экзамен, 1 контр. раб., курсовая работа – зачет с оценкой
	Часть 4 "Эконометрика"								
1	Модель парной регрессии. Метод наименьших квадратов	6		2		2		42	опрос, проверка дом. задания
2	Классическая линейная модель множественной регрессии	6		2		2		42	опрос, проверка дом. задания
3	Нелинейные модели регрессии и их линеаризация	6		2		2		42	Отчет по практической подготовке
	6 семестр (летняя сессия), 3 курс Итого 180 часов			6		6		159	9
4	Обобщенная линейная модель с гетероскедастичными	7		2		2		45	опрос, проверка дом. задания

	остатками									
5	Модели стационарных и нестационарных временных рядов	7		2		2		46	Контрольная работа	
Промежуточная аттестация за часть 4, 7 семестр (зимняя сессия), 4 курс									Экзамен , 1 контр.раб.	
	7 семестр (зимняя сессия), 4 курс Итого 108 часа			4	0	4	0	91	9	
Общая трудоемкость дисциплины				576 часов						

Содержание части 1 «Введение в MATLAB»

Тема 1. Пользовательский интерфейс MATLAB

Рассматриваются основные особенности интегрированной среды разработки MATLAB и ее взаимодействия с пользователем.

- Чтение данных из файла.
- Сохранение и загрузка переменных.
- Простейшие приемы визуализации данных.
- Настройка диаграмм.
- Экспорт графиков для использования в других приложениях.

Тема 2. Переменные и выражения.

Рассматривается концепция ввода команд MATLAB. Особое значение уделяется созданию и доступу к данным в переменных.

- Ввод команд.
- Создание переменных.
- Использование системы Помощь.
- Доступ и изменение значений переменных.
- Создание символьных переменных

Тема 3. Работа с векторами и матрицами.

Обращение к элементам матриц и векторов, применение функций обработки данных к векторам и матрицам, поэлементные операции, умножение матриц и векторов, решение систем линейных уравнений, блочные матрицы, вычисление математических функций от элементов матриц.

Тема 4. Визуализация векторных и матричных данных.

диаграммы векторных и матричных данных, представление матричных данных, графики функций одной переменной, логарифмический масштаб, графики функций двух переменных, поворот графика, изменение точки обзора, работа с несколькими

графиками в одном окне

Тема 5. Автоматизация работы с помощью скриптов.

При усложнении задач ввод длинных последовательностей команд в командной строке становится нецелесообразным. В данной теме рассматривается объединение команд MATLAB в сценарии для удобства повторного использования и проведения численных экспериментов.

- Примеры моделирования.
- Сохранение истории Командной строки.
- Создание скриптов.
- Запуск сценариев.
- Ячейки.

Тема 6. Работа с файлами данных, функции ввода-вывода

рассматриваются общие задачи по импорту данных в MATLAB из файлов. Т.к. импортируемые данные могут быть самых разнообразных типов и форматов, особое внимание уделяется работе с ячейками массивов и форматами дат.

- Импорт данных.
- Смешанные типы данных.
- Массивы ячеек.
- Числа, строки и данные.
- Экспорт данных.

Помимо высокоуровневого импорта и экспорта данных функции MATLAB также обеспечивает низкоуровневых функции, которые позволяют полностью контролировать текстовые и двоичные файлы ввода / вывода.

- Открытие и закрытие файлов.
- Чтение и запись текстовых файлов.
- Чтение и запись двоичных файлов.

Содержание части 2 «Имитационное моделирование в экономике»

Тема 1. Основные понятия теории имитационного моделирования

Современное состояние и общая характеристика проблемы имитационного моделирования систем. Методологическая основа моделирования. Использование моделирования при исследовании и проектировании экономических информационных систем. Границы практического использования математических методов и недостатки этих методов. Необходимость применения имитационного моделирования для анализа сложных систем. Хронологические данные по развитию методов имитационного моделирования. Цели и задачи имитационного моделирования, предметные области применения

Тема 2. Математические схемы и инструментальные средства моделирования систем

Классификационные признаки видов моделирования. Детерминированное и стохастическое моделирование. Статика и динамика систем. Дискретные и непрерывные модели. Особенности аналитического и имитационного моделирования. Непрерывно-детерминированные модели. Автоматные модели. Дискретно-стохастические модели. Математические схемы систем массового обслуживания.

Инструментальные средства имитационного моделирования. Особенности языков программирования ИМ. Сравнительные характеристики языков моделирования. Системы моделирования. Визуальные инструментальные средства и среды для моделирования. Языки и интегрированные среды для моделирования

Тема 3. Статистическое моделирование систем на ЭВМ

Общая характеристика метода статистического моделирования. Метод Монте-Карло при решении типовых задач. Основные предельные теоремы теории вероятностей и их использование в статистическом моделировании (неравенство Чебышева, теорема Бернулли, теорема Пуассона, теорема Чебышева, центральная предельная теорема и др.). Закон больших чисел.

Генерирование псевдослучайных чисел: метод срединных квадратов, мультипликативный конгруэнтный метод, смешанный конгруэнтный метод. Генерирование случайных чисел с заданным законом распределения. Генерирование случайных чисел с экспоненциальным распределением на основе равномерного закона. Генерирование гамма-распределения. Генерирование случайных чисел, распределенных по нормальному закону: метод Бокса и Маллера, метод Марсальи и Брея, метод, основанный на центральной предельной теореме вероятностей. Генерирование случайных чисел, распределенных по закону Пуассона на основе экспоненциального распределения. Основные требования к датчику псевдослучайных чисел: проверка стохастичности случайной последовательности (тесты на проверку случайности), проверка независимости элементов последовательности, проверка равномерности последовательностей псевдослучайных квазиравномерно распределенных чисел. Моделирование случайных воздействий на системы. Моделирование марковских процессов

Тема 4. Непрерывно-детерминированные модели. Подход системной динамики к созданию имитационных моделей

Принципы и методы анализа динамических управляемых систем с обратной связью и их применения для решения производственных, организационных и социально-экономических задач. Причинные циклы и потоковые диаграммы. Обратные связи и временные задержки. Стабилизирующие циклы.

Средства построения имитационных моделей на основе потоковых диаграмм. Основные элементы потоковых диаграмм: хранилища, потоки, конверторы, коннекторы. Примеры рабочих процессов. Сетевые модели без обратных связей. Сетевые модели с обратными связями. Модели периодических процессов. Устойчивость нелинейных динамических систем с обратными связями. Возможности пакетов имитационного моделирования Ithink, Powersim, Vensim. Основные элементы потоковых диаграмм: фонды, потоки, коннекторы, коннекторы. Моделирование базовых потоковых процессов. Уровни представления моделей. Меню. Инструменты. Объекты. Встроенные функции. Доступ к внешним данным. Инструменты анализа чувствительности. Средства визуализации. Примеры имитационных моделей: логистика торговой компании: планирование товарных потоков, транспорта и продаж, управления персоналом и др

Тема 5. Дискретно-событийное моделирование. Основы имитационного моделирования средствами GPSS World

Типовые системы массового обслуживания. Потоки и задержки. Однородный и неоднородный поток событий. Прибор обслуживания заявок как элементарный блок в имитационном моделировании экономических процессов.

Варианты моделей систем обслуживания: однородные и неоднородные потоки заявок, кольцевая система очередей, статический и динамический и абсолютный приоритеты, моделирование процессов обслуживания заявок в условиях отказов, моделирование сетей обслуживания.

Языки и интегрированные среды моделирование промышленных процессов. Введение GPSS World. Язык моделирования GPSS. Основные понятия. Блоки ввода, удаления и задержки транзактов. Элементы символизирующие обслуживающие приборы. Блоки сбора статистики. Элементы символизирующие многоканальные устройства. Стандартные числовые атрибуты. Параметры транзактов. Технология моделирования, примеры создания имитационных моделей

Тема 6. Планирование машинных экспериментов с моделями систем, обработка и анализ результатов моделирования систем

Особенности фиксации и статистической обработки результатов моделирования систем на ЭВМ. Задачи обработки результатов моделирования. Статистические методы обработки результатов моделирования систем. Типовые критерии согласия при обработке результатов моделирования. Анализ и интерпретация результатов машинного моделирования: корреляционный и дисперсионный анализ.

Оценка вероятностных характеристик и определение точности результатов статистического моделирования.

Задача планирования экспериментов с имитационной моделью на ЭВМ. Стратегическое планирование машинных экспериментов с моделями систем. Этапы стратегического планирования: построение структурной и функциональной моделей. Тактическое планирование машинных экспериментов с моделями систем: определение начальных условий и их влияния на достижение установившегося результата при моделировании, обеспечение точности и достоверности результатов моделирования, уменьшение дисперсии оценок характеристик процесса функционирования моделируемых систем, проблема выбора правил автоматической остановки имитационного эксперимента с моделями систем

Тема 7. Создание имитационных моделей с использованием InsignMaker

Возможности системы имитационного моделирования InsignMaker. Реализация моделей развития эпидемии (SIS, SIR, SEIR) средствами системной динамики и агентного подхода для однородных и неоднородных популяций. Моделирование различных вариантов управляющих воздействий: карантин, ограничение контактов, вакцинация.

Тема 8. Средства Anylogic для имитационного моделирования систем

Основные концепции имитационного моделирования в среде Anylogic. Создание нового проекта в Anylogic. Активные объекты, классы и экземпляры активных объектов. Средства описания поведения объектов. Окна свойств объектов модели, окно поведения активного объекта, окно редактора анимации активного объекта. Интерактивный анализ модели.

Тема 9. Моделирование непрерывных систем в Anylogic

Пример разработки моделей. Модель распространения инновации, модель распространения популяции, демографическая модель города.

Тема 10. Разработка дискретно-событийных моделей в Anylogic

Примеры разработки моделей систем массового обслуживания. Модель транспортного терминала, приемного покая.

Тема 11. Многоагентные системы. Средства агентного моделирования в InsignMaker

Примеры использования многоагентного подхода в механике, биологии, транспорте, в экономике.

Тема 12. Агентное моделирование в Anylogic

Агенты в Anylogic. Поведение агентов, интерфейс агентов, архитектура агентных моделей, взаимодействия агентов со средой, взаимодействие с другими агентами. Примеры агентных моделей: диффузии инноваций, хищник-жертва, ассимиляции мигрантов, сегрегации Шеллинга и др.

Содержание части 3 «Методы оптимизации»

Тема 1. Линейное программирование.

Примеры задач ЛП: задача оптимального планирования производства, задача о рационе, транспортная задача. Постановка и формы записи задач ЛП: основная, стандартная, каноническая, общая форма; приемы сведения одной формы к другой. Геометрическая интерпретация задачи ЛП. Симплекс-метод: понятие базисного плана и его базиса, описание итерации симплекс-метода, теоремы Данцига, возможные ситуации перехода к очередному базисному плану, правило Блэнда устранения

защелкивания, связь между старыми и новыми параметрами замещения, симплекс-таблица, построение исходного базисного плана. Двойственная задача ЛП: теоремы двойственности, экономическая интерпретация двойственной задачи.

Тема 2. Элементы выпуклого анализа.

Выпуклые множества: внутренность и замыкание выпуклого множества, теорема о проекции на выпуклое замкнутое множество, теорема Каратеодори о выпуклой оболочке множества, теоремы отделимости. Выпуклые конусы: сопряженный конус, теорема Милютина-Дубовицкого, конус возможных направлений выпуклого множества. Выпуклые функции: теорема Иенсена, непрерывность и дифференцируемость по направлениям выпуклой конечной функции. Специальные выпуклые функции: функция Минковского, индикаторная функция, опорная функция множества. Субдифференциал выпуклой функции: свойства субдифференциала, субдифференциал суммы выпуклых функций, субдифференциал от максимума выпуклых функций, субдифференциал специальных выпуклых функций.

Тема 3. Выпуклое программирование.

Общая задача выпуклого программирования, необходимое и достаточное условие ее решения. Основная задача выпуклого программирования, условие Слейтера, функция Лагранжа, теорема Куна-Таккера, теорема о седловой точке. Применение теоремы Куна-Таккера к анализу решения задачи потребительского выбора и задачи оптимизации прибыли производственной фирмы.

Тема 4. Численные методы оптимизации.

Методы минимизации функций одной переменной: классический метод, метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения, метод касательных.

Минимизация функций многих переменных на всем пространстве: метод покоординатного спуска, метод наискорейшего спуска, градиентный метод, субградиентный метод для минимизации выпуклой функции, метод Келли.

Минимизация при наличии ограничений: метод проекции градиента, метод условного градиента, метод возможных направлений, метод линеаризации, метод сопряженных направлений, метод Ньютона, метод штрафных функций, метод случайного поиска.

Тема 5. Элементы вариационного исчисления.

Задача о брахистохроне, как пример задачи вариационного исчисления. Постановка простейшей задачи вариационного исчисления. Понятие слабого локального минимума. Лемма Дюбуа – Реймона, теорема Эйлера, случаи упрощения уравнения Эйлера, ее применение к задаче о брахистохроне. Случай функционала, зависящего от производных более высокого порядка. Изопериметрическая задача

Практическая подготовка. Решение простейших задач вариационного исчисления с помощью теоремы Эйлера

Содержание части 4 «Эконометрика»

Тема 1. Модель парной регрессии. Метод наименьших квадратов

Метод наименьших квадратов. Нахождение оценок коэффициентов. Оценка дисперсии ошибок. Доверительные интервалы для коэффициентов регрессии. Дисперсионный анализ в регрессии. Оценка максимального правдоподобия для коэффициентов регрессии. Интерпретация и использование результатов регрессионного анализа

Тема 2. Классическая линейная модель множественной регрессии

Основные гипотезы. Метод наименьших квадратов. Теорема Гаусса-Маркова. Статистические свойства МНК-оценок. Проверка значимости коэффициентов регрессии.

Доверительные интервалы и доверительные области. Проверка значимости уравнения регрессии. Разложение сумм квадратов. F-критерий. Коэффициент детерминации. Интерпретация результатов многомерной регрессии. Линейная, логарифмическая и полулогарифмическая модель. Фиктивные переменные. Сравнение «короткой» и «длинной» регрессии. Тест Чоу. Проверка общей линейной гипотезы. Мультиколлинеарность. Учет качественных факторов в моделях регрессии. Фиктивные переменные. Выбор эталонных категорий. Перекрестные фиктивные переменные. Фиктивные переменные, основанные на значениях количественных факторов. Учет сезонности с помощью фиктивных переменных.

Тема 3. Нелинейные модели регрессии и их линеаризация

Виды нелинейных зависимостей, поддающиеся непосредственной линеаризации. Преобразования переменных. Логарифмическая и полулогарифмическая модель. Оценивание эластичностей

Тема 4. Обобщенная линейная модель с гетероскедастичными остатками

Обобщенная линейная модель с гетероскедастичными остатками и ее характеристики. Тесты на гетероскедастичность. Оценивание в условиях гетероскедастичности. Обобщенный метод наименьших квадратов (ОМНК). Сравнение МНК - и ОМНК - оценок. Доступный обобщенный метод наименьших квадратов. Модель регрессии с автокоррелированными остатками. Проверка гипотезы о наличии / отсутствии автокоррелированности регрессионных остатков (критерий Дарбина - Уотсона).

Тема 5. Модели стационарных и нестационарных временных рядов.

Статистические модели временных рядов и их классификация. Методы исследования структуры стационарного временного ряда. Использование графиков коррелограммы и частной автокорреляционной функции для определения стационарности временного ряда. Линейные модели стационарных временных рядов. Модель авторегрессии порядка 1 (AR(1) - модели). Модель авторегрессии порядка p (AR(p) - модели). Модель скользящего среднего порядка 1 (СС(1)-модель). Модель скользящего среднего порядка q (СС(q)-модель). Комбинированные процессы авторегрессии - скользящего среднего ARСС(p,q). Определение значений параметров p и q модели стационарного ряда. Нестационарные временные ряды и их статистические модели. Тестирование временного ряда на стационарность и единичные корни, критерий Дики-Фуллера. Преобразование исходного временного ряда с помощью многократного применения конечных разностей. Идентификация порядка разностей. Модель авторегрессии - проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС(p,d,q)).

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению "Прикладная информатика" реализация компетентностного подхода для данной дисциплины предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий, которые заключаются в том, что при проведении аудиторных занятий вводятся разнообразные формы, в том числе: компьютерные имитации основных бизнес-процессов с использованием технологий метода Монте-Карло, системной динамики дискретно-событийного моделирования, разбор в интерактивном режиме конкретных ситуаций, возникающих на практике, в сочетании с внеаудиторной работой студентов с целью формирования и развития профессиональных навыков и компетенций обучающихся.

Практическая подготовка осуществляется путем проведения лабораторных и практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Обучающиеся продолжают формировать профессиональные умения и навыки по обработке и анализу научной информации и результатов исследований, полученные при прохождении Практики по получению базовых навыков. Часть 1, 2, 3, ознакомительной практики.

Прохождение практической подготовки в рамках лабораторных и практических занятий формирует способность проводить исследовательскую деятельность в финансовых вычислениях, практическая обработка данных экспериментов и применения на практике. В результате студент сможет формулировать и решать стандартные задачи в исследовательской деятельности. Обучающиеся продолжают формировать профессиональные умения и навыки при прохождении Производственной практики (Научно-исследовательская работа), при написании бакалаврских работ.

Примеры профессиональных действий: умение работать с литературой, сравнивать изложение одних и тех же вопросов в различных источниках; решение задач аналитического характера; самостоятельное доказательство отдельных фактов; оформление результатов научно-исследовательских

Примеры задач. При проведении практической подготовки студенты решают задачи, направленные на формирование исследовательских умений и навыков в использовании методов линейного и выпуклого программирования, численных методов оптимизации функций без ограничений и при наличии ограничений; знакомятся с математическими методами количественной оценки параметров моделей экономических явлений и процессов; изучают методы бизнес-прогнозирования, осваивают современные эконометрических пакетов прикладных программ.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 30% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более 30% аудиторных занятий.

Особенности проведения занятий для граждан с ОВЗ и инвалидностью

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены следующие формы организации учебного процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости студентам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию студентов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации учебного процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все студенты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

К основным учебно-методическим средствам обеспечения самостоятельной работы студентов относятся ресурсы научной библиотеки СГУ, электронные методические материалы, указанные в п.8.

При изучении дисциплины «Исследование операций» предусмотрены следующие виды самостоятельной работы обучающихся:

- разбор теоретического материала по конспектам лекций и пособиям;
- самостоятельное изучение указанных теоретических вопросов;
- решение задач по темам практических занятий;
- выполнение домашней контрольной работы.

Часть 1. Введение в MATLAB

План самостоятельной работы

1. Общие сведения о пакете научных вычислений Matlab

Назначение и возможности. [5, Введение; 7, Введение]

2. Простейшие вычисления в Matlab

Рабочая среда Matlab, Command Window, Workspace, Current Directory, Command History. Настройка рабочей среды Matlab с помощью меню Desktop Layout. Арифметические вычисления, использование переменных. Форматы вывода результатов вычислений. Использование элементарных встроенных функций. Работа с комплексными числами. Сохранение и восстановление рабочей среды Matlab. Бинарные mat-файлы. Работа с переменными в рабочей области. История команд (Command History). [6, Гл.1, 7, гл.1]

3. Работа с массивами и векторами.

Вектор-столбцы и вектор-строки. Операции с векторами. Представление векторов в рабочей области. Создание векторов. Обращение к элементам вектора. Индексация с использованием диапазонов. Функции обработки данных для векторов (произведение, сортировка). Поэлементные операции с векторами. Построение таблицы значений функции. Скалярное, векторное и смешанное произведение векторов. [6, Гл.2]

4. Элементарные методы построения графиков функций и визуализации данных

Использование команды plot (построение графика по векторам значений). Работа с графическими окнами. Построение графиков нескольких функций в одном окне. Настройка параметров. Графики функций двух переменных. Построение сетки. [6, гл. 2]

5. Работа с двумерными массивами и матрицами.

Ввод матриц. Обращение к элементам матриц. Расположение элементов матрицы в памяти. Логическое индексирование (logical subscripting). Операции сложения, вычитания, умножения и возведения в степень для матриц. Решение систем линейных уравнений в матричной постановке. Файловый ввод-вывод для матриц. Создание матриц специального вида. Поэлементные операции с матрицами. Вычисление математических функций от элементов матриц. Применение функций обработки данных к матрицам (суммирование, сортировка, произведение. [6, гл. 2, 7, гл.6]

6. Высокоуровневая графика Matlab.

Категории графиков. Диаграммы и гистограммы. Функции bar, hist, histc. Круговые диаграммы. Представление матричных данных с помощью диаграмм и гистограмм. Графики функций одной переменной в линейном, полулогарифмическом и логарифмическом масштабе. Изменение свойств линий на графике: тип линии, маркеры, цвет. Оформление графиков (координатная сетка, метки, подписи). Графики параметрических и кусочно-заданных функций. Графики функций двух переменных. Построение поверхностей с помощью функций mesh, surf. Линии уровня (contour3). Цветовое оформление поверхностей (colormap). Добавление формул в графическом окне в формате TeX. Поворот трехмерных поверхностей, изменение точки обзора. Построение параметрически заданных поверхностей и линий в трехмерном пространстве. Работа с несколькими графиками. Вывод графиков в отдельные окна и подокна. Вывод нескольких графиков на одни оси. Экспорт графиков в векторные и растровые форматы. [6, гл. 3, 7, гл. 7]

7. Основы программирования в среде Matlab.

Файлы исходного кода (m-файлы). Редактор исходного кода. Настройка редактора кода. Типы m-файлов. Установка путей. Задание пользовательских функций с помощью m-файлов. Подфункции и вложенные функции. Глобальные переменные. Управляющие конструкции языка программирования MATLAB. Операторы цикла. Операторы ветвления. Логические операторы. [6, гл. 5, 7; 7, гл. 2]

8. Работа со строками

Ввод и конкатенация строк. Вспомогательные функции для работы со строками. Массивы строк. Работа с текстовыми файлами. Открытие-закрытие текстового файла, ввод-вывод данных. Форматный ввод-вывод. [6, гл. 8]

9. Тип данных структура.

Создание структуры. Работа с полями. Массивы структур. Доступ к полям структур в массиве. Создание пользовательских функций для работы с массивами структур. Файлы текстового формата с массивами структур: чтение и запись. [6, гл. 8]

Пример вариантов для контрольной работы

Вариант 1

1. Переставить элементы вектора в обратном порядке, используя индексацию подходящим вектором, и записать результат в новый вектор
2. Найти сумму только положительных элементов вектора
3. Заменить все минимальные элементы вектора максимальным значением его элементов
4. Задайте переменные x и y и вычислите значения приведенных арифметических выражений. Выведите результат в различных форматах и сохраните полученные значения в файле.
5. Переставьте столбцы матрицы в порядке возрастания суммы элементов столбца
6. Определите максимальный столбцовый и строчный индексы отрицательных элементов матрицы
7. Визуализируйте функцию двух переменных на прямоугольной области определения
8. Напишите и выполните файл-программу построения графиков указанных функций с заголовком, подписями к осям, сеткой. Используйте разные типы линий и маркеры. Для вычисления значений функций создайте файл-функцию

9. Напишите файл-функцию для решения поставленной задачи: там, где это возможно, предложите два решения: с использованием конструкций языка программирования и без них.

Вариант 2

1. Выделить в новый вектор элементы вектора с четными номерами
2. Заменить элементы вектора, отличающиеся от среднего геометрического его элементов более чем на 10%, на среднее геометрическое
3. Найти число положительных и отрицательных элементов вектора
4. Задана квадратная матрица. Вычислите требуемые в задании нормы матрицы
5. Найдите сумму всех положительных элементов матрицы
6. Считайте матрицу из текстового файла, замените в ней все элементы, большие среднего арифметического всех ее элементов, на среднее арифметическое, полученный результат запишите в файл.
7. Постройте графики заданных функций одной переменной, выведите их различными способами: в отдельные графические окна; в одно окно на одни оси; в одно окно на отдельные оси. Дайте заголовки, разместите подписи к осям, легенду, используйте различные цвета, стили линий и типы маркеров, нанесите сетку. Нарисуйте часть графика для отрицательных значений функции синим цветом, а для положительных — красным.
8. Напишите и выполните файл-программу построения графиков указанных функций с заголовком, подписями к осям, сеткой. Используйте разные типы линий и маркеров. Для вычисления значений функций создайте файл-функцию
9. Напишите файл-функцию для решения следующих задач: по заданному вектору определить номер его элемента с наибольшим отклонением от среднего арифметического всех элементов вектора; вычислить сумму всех элементов вектора с нечетными индексами; найти максимальное значение среди диагональных элементов заданной матрицы; переставить первый столбец квадратной матрицы с ее диагональю; просуммировать все внедиагональные элементы заданной матрицы

Вопросы к зачету

1. Способы задания математических выражений в Matlab
2. Числовые форматы в Matlab
3. Способы задания матриц в Matlab, операции с матрицами.
4. Доступ к элементам матриц.
5. Работа с редактором m-файлов.
6. Команды работы с графикой.
7. Встроенные математические функции Matlab.
8. Логические операции.
9. Структуры и массивы структур.
10. Как производятся простейшие вычисления в командном окне Matlab?
11. Основные компоненты рабочей среды Matlab.
12. Работа с командной строкой Matlab.
13. Форматы вывода действительных чисел.
14. Элементарные математические функции в Matlab.
15. Использование переменных в математических выражениях.
16. Методы сохранения рабочей среды Matlab
17. Способы задания числовых массивов (матриц) в Matlab.
18. Основные операции на матрицами в Matlab.
19. Типизация числовых объектов в Matlab.
20. Обращение к элементам матриц.
21. Функции обработки данных для массивов.
22. Поэлементные операции над массивами.
23. Построение графиков функций одной переменной

24. Скалярное, векторное и смешенное произведение векторов.
25. Решение систем линейных уравнений.
26. Ввод-вывод матричных объектов в текстовые файлы.
27. Построение диаграмм и гистограмм для векторных данных.
28. Линейный, логарифмический и полулогарифмический масштаб для графиков функций.
29. Настройка параметров графиков.
30. Трехмерные графики функций.
31. Работа с m-файлами исходного кода.
32. Задание пользовательских функций с помощью m-файлов.
33. Операторы цикла языка Matlab
34. Операторы ветвления языка Matlab
35. Работа со строками в Matlab.
36. Структуры и массивы структур.

Примерные темы курсовых работ

1. Метод Монте-Карло
(варианты)
 - 1) Имитационное моделирование объема продаж. Выбор производственной стратегии на основе критерия максимизации ожидаемой прибыли.
 - 1) Применение метода Монте-Карло в задачах оценивания риска инвестиционных проектов
 - 2) Определение цены производных финансовых инструментов методом Монте-Карло
 - 3) Методы снижения дисперсии при решении задач методом Монте-Карло

1. Дискретно-событийное моделирование
(варианты)
 - 1) Имитационная модель обработки документов в организации
 - 1) Имитационное моделирование компьютерных сетей
 - 2) Имитационное моделирование цепочки поставок
 - 3) Моделирование системы управления качеством
 - 4) Моделирование систем управления запасами

2. Моделирование системной динамики
(варианты)
 - 1) Моделирование развития эпидемии (SI, SIR, SIS модели)
 - 1) Моделирование динамики продаж нового продукта
 - 2) Имитационное моделирование макроэкономических процессов
 - 3) Имитационные модели развития городских систем
 - 4) Моделирование резервов времени и стоимости выполнения проекта

3. Агентные модели
(варианты)
 - 1) Многоагентные системы в имитационном моделировании
 - 2) Агентное моделирование цепочки поставок
 - 3) Агентное моделирование распространения инноваций
 - 4) Агентное моделирование поведения потребителей

Часть 2. Имитационное моделирование в экономике

План самостоятельной работы

1. Понятие имитационного моделирования. Системы, модели. Дискретно-событийное моделирование. [1, 1.1-1.3]
2. Моделирование СМО с одним устройством обслуживания. Моделирование системы управления запасами [1, 1.4-1.5]
3. Программное обеспечение имитационного моделирования [1, Гл. 3]
4. Методы создания имитационных моделей. Определение детализации. Процедуры сравнения модельных и системных выходных данных. [1, Гл. 5,]
5. Основные распределения вероятностей в имитационных моделях. Непрерывные, дискретные и эмпирические распределения. Модели процессов поступления требований. [1, 6.2, 6.4-6.6,]
6. Генераторы случайных чисел. Линейные конгруэнтные генераторы. Тестирование генераторов случайных чисел. [1, 7.2. 7.3, 7.4]
7. Генерирование случайных величин. Обратное преобразование, композиция, свертка, принятие отклонение. [1, 8.2]
8. Генерирование непрерывных случайных величин. Равномерное распределение. Экспоненциальное распределение. Нормальное распределение. Логнормальное распределение. [1, 8.3]
9. Генерирование дискретных распределений. Распределение Бернулли. Дискретное равномерное распределение. Распределение Пуассона. [1, 8.4]
10. Генерирование процессов поступления. Пуассоновские процессы. Нестационарный Пуассоновский процесс. [1, 8.6]
11. Анализ выходных данных для автономной системы. [1, Гл. 9]

Пример вариантов для контрольной работы

Вариант 1

Собранные телевизоры проходят серию испытаний на станции технического контроля. Если оказывается, что функционирование телевизора ненормально, то отбракованный телевизор передают в цех наладки, где заменяют неисправные блоки. После наладки телевизор возвращают на станцию контроля и снова проверяют. Со станции технического контроля телевизоры после одной или нескольких проверок поступают в цех упаковки.



Телевизоры попадают на станцию технического контроля каждые $A \pm B$ минут. На станции работают C контролеров одинаковой квалификации. Операция контроля одного телевизора состоит из двух проверок:

- 1) для первой проверки каждому контролеру необходимо $D \pm E$ минут;
- 2) для второй проверки на всех C контролеров имеется один тестовый прибор (продолжительность тестирования – F минут).

Приблизительно G процентов телевизоров успешно проходят проверку и попадают в цех упаковки, A другие K процентов – в цех наладки, в котором находится один рабочий –

наладчик. Время наладки (замены) неисправных блоков распределено в соответствии с равномерным законом в интервале $N \pm M$ минут.

Написать на GPSS модель функционирования этого параграфа производственной линии. Время моделирования – 8 ч.

Определить, сколько мест на стеллажах необходимо предусмотреть на входе станции контроля и в цехе наладки. В табл. 7.2 приведены варианты заданий и значения параметров.

Вариант 2

В компьютерной сети издательского дома используются два сетевых высокопроизводительных принтера: цветной и черно-белый, которые подключены к одному принт-серверу. От сотрудников на печать поступает пуассоновский поток документов с интенсивностью N документов/мин. Количество страниц в документах имеет нормальное распределение с математическим ожиданием m и среднеквадратичным отклонением σ ($\neq 1$) (объем страниц имеет экспоненциальное распределение со средним значением a Кб), причем с вероятностью p_1 эти документы предназначены для распечатки на черно-белом принтере и с вероятностью $(1 - p_1)$ – на цветном.

Сначала документы обрабатываются на принт-сервере и становятся в его очередь, размер которой равен P Мб. При превышении этого числа принт-сервер приостанавливает прием документов на обработку и возвращает отправителям сообщение об ошибке. Время печати одной страницы имеет экспоненциальное распределение со средним значением b минут для черно-белой печати и c минут – для цветной.

Промоделировать работу печатной системы издательского дома на протяжении R часов.

Оценить время, проходящее от посылки документа на печать до окончания печати.

Определить, на сколько надо изменить размеры очереди принт-сервера, чтобы сотрудники не получали соответствующих сообщений об ошибках.

Параметры задать самостоятельно.

Типы заданий для самостоятельной работы

1. Написание пользовательских функций в системе Matlab
2. Построение имитационных моделей в среде GPSS
- 3.

Контрольные вопросы для отчета по лабораторным работам

1. Назовите основные группы блоков библиотеки SIMULINK
2. Характеристика блоков типа Sources (источники)
3. Характеристика блоков типа Sinks (получатели)
4. Характеристика блоков типа Discrete (Дискретные элементы)
5. Характеристика блоков типа Linear (Линейные элементы)
6. Характеристика блоков типа Nonlinear (Нелинейные элементы)
7. Характеристика блоков типа Connections (Соединительные узлы)
8. Создание SIMULINK модели с помощью визуального редактора
9. Какие блоки можно использовать для генерации случайных событий?
10. Как задается закон распределения случайной величины, генерируемый соответствующим блоком SIMULINK?
11. Как осуществляется управление временем в SIMULINK моделях?
12. Как осуществляется управление потоком событий (модельным временем) в SIMULINK?
13. Средства синхронизации в SIMULINK

Вопросы к зачету

1. Имитационное моделирование. Основные понятия.
2. Классификационные признаки видов моделирования. Детерминированное и стохастическое моделирование. Статика и динамика систем. Дискретные и непрерывные модели.
3. Особенности аналитического и имитационного моделирования.
4. Математические схемы моделирования систем. Непрерывно-детерминированные модели. Дискретно-стохастические модели. Математические схемы систем массового обслуживания.
5. Инструментальные средства имитационного моделирования. Языки и интегрированные среды для моделирования
6. Инструментальные средства моделирования непрерывно детерминированных систем.
7. Потокоские диаграммы и их элементы.
8. Примеры поведения систем. Примеры имитационных моделей непрерывно детерминированных систем:
9. Модель управления запасами.
10. Модель сбыта продукции.
11. Модель Харода - Домара.
12. Имитационное моделирование случайных процессов и величин.
13. Генерирование псевдослучайных чисел: метод срединных квадратов, мультипликативный конгруэнтный метод, смешанный конгруэнтный метод.
14. Критерии, предъявляемые к датчикам случайных величин.
15. Критерий равномерности, серий, интервалов, разбиений.
16. Критерий собирания купонов, перестановок, монотонности.
17. Критерии конфликтов, сериальной корреляции, спектральный критерий..
18. Генерация случайных событий.
19. Генерирование случайных чисел с заданным законом распределения.
20. Генерирование случайных чисел с экспоненциальным распределением на основе равномерного закона.
21. Генерация непрерывных случайных величин методом обратной функции.
22. Генерирование случайных чисел, распределенных по закону Пуассона на основе экспоненциального распределения.
23. Генерация случайных величин, заданных гистограммой.
24. Метод суперпозиции.
25. Генерирование случайных чисел, распределенных по нормальному закону
26. Метод отбора.
27. Моделирование дискретных цепей Маркова с дискретным и непрерывным временем.
28. Типовые системы массового обслуживания. Примеры СМО
30. Потоки и задержки. Однородный и неоднородный поток событий. Прибор обслуживания заявок как элементарный блок в имитационном моделировании экономических процессов.
31. Варианты моделей систем обслуживания: однородные и неоднородные потоки заявок, кольцевая система очередей, статический и динамический и абсолютный приоритеты, моделирование процессов обслуживания заявок в условиях отказов, моделирование сетей обслуживания.
32. Язык моделирования GPSS. Основные понятия. Блоки ввода, удаления и задержки транзактов.
33. Язык моделирования GPSS. Элементы символизирующие обслуживающие приборы.
34. Язык моделирования GPSS. Блоки сбора статистики.
35. Язык моделирования GPSS. Элементы символизирующие многоканальные устройства.

36. Язык моделирования GPSS. Технология моделирования, примеры создания имитационных моделей.
37. Язык моделирования Arena. Технология моделирования, примеры создания имитационных моделей.
38. Оценка вероятностных характеристик и определение точности результатов статистического моделирования.
39. Статистические методы обработки результатов моделирования систем.
40. Задача планирования экспериментов с имитационной моделью на ЭВМ.
41. Стратегическое планирование машинных экспериментов с моделями систем. Этапы стратегического планирования: построение структурной и функциональной моделей.
42. Tактическое планирование машинных экспериментов с моделями систем

Часть 3. Методы оптимизации

При изучении части «Методы оптимизации» предусмотрены следующие виды самостоятельной работы:

- a. изучение теоретического материала по конспектам лекций и пособиям;
- b. решение задач по темам практических занятий;
- c. выполнение контрольных работ

План самостоятельной работы

1. Линейное программирование: примеры задач ЛП, формы записи задач ЛП, симплекс-метод, теоремы Данцига, двойственная задача ЛП, теоремы двойственности ([4, гл.4, п.п. 4.1-4.6],[2, гл.1]).
2. Выпуклый анализ: свойства выпуклых множеств и функций, свойства выпуклых конусов, специальные выпуклые функции, понятие субдифференциала выпуклой функции и элементы субдифференциального исчисления ([2, гл.3], [1б, гл.1], [4б, гл.1]).
3. Выпуклое программирование: критерий решения общей задачи выпуклого программирования, теорема Куна-Таккера, теорема о седловой точке (4, гл.5], [5б, гл.4]).
4. Минимизация функций одной переменной: метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения, метод касательных ([2, гл.1], [2б, гл.1], [3б, гл.1]).
5. Минимизация функций многих переменных: метод покоординатного спуска, метод наискорейшего спуска, градиентный метод, метод Келли ([2, гл.4], [2б, гл.3], [4б, гл.3]).
6. Минимизация при наличии ограничений: метод проекции градиента, метод условного градиента, метод случайного поиска ([2, гл.5], [2в, гл.4], [3б, гл.3]).
7. Элементы вариационного исчисления: простейшая задача вариационного исчисления, лемма Дюбуа-Реймона, теорема Эйлера, изопериметрическая задача ([2, гл.6], [2б, гл.7], [3б, гл.6]).

Тип заданий для самостоятельной работы

- a. сведение одной формы записи задачи ЛП к другой, эквивалентной исходной; решение задачи ЛП геометрическим путем;
- b. отыскание начального базисного плана, переход от одного базисного плана к другому в соответствии с симплекс-методом, построение двойственной задачи ЛП;
- c. исследование на выпуклость множеств и функций, заданных через функциональные соотношения, отыскание субдифференциалов выпуклых конечных функций;
- d. решение задач выпуклого программирования с помощью теоремы Куна-Таккера и теоремы о седловой точке;

- e. решение примеров на реализацию численных методов оптимизации для конкретных задач;
- f. решение простейшей задачи вариационного исчисления с помощью теоремы Эйлера

Пример вариантов для контрольных работ

Тема: «Линейное программирование»

Вариант №1

1. Привести к канонической форме задачу:

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 &\rightarrow \max, \\ x_1 - x_2 &\leq 1, \quad 2x_1 + x_2 = 2, \quad x_1 \geq 0 \end{aligned}$$

2. Привести значения параметров p и q , при которых задача

$$\begin{aligned} 3x_1 + 5x_2 &\rightarrow \max, \\ x_1 + px_2 &\leq 1, \quad x_1 - x_2 \geq q, \quad x_1 \geq 0 \end{aligned}$$

- а) имеет пустое допустимое множество,
- б) имеет неограниченное оптимальное значение целевой функции,
- в) имеет единственное решение,
- г) имеет бесконечно много решений.

3. Найти все базисы вершины $x = (0, 1, 0, 1, 0, 0)$ в полиэдре

$$\begin{aligned} 4x_1 + 7x_2 + 2x_3 - 3x_4 + x_5 + 4x_6 &= 4 \\ -x_1 - 2x_2 + x_3 + x_4 - x_6 &= -1 \\ x_2 - 3x_3 - x_4 - x_5 + 2x_6 &= 0 \\ x_j &\geq 0, \quad j = \overline{1, 6} \end{aligned}$$

Вариант №2

- 1) Используя геометрические построения решить задачу ЛП:

$$\begin{aligned} x_1 + 2x_2 &\rightarrow \max, \\ 3x_1 - 2x_2 &\leq 6, \quad -x_1 + 2x_2 \leq 4, \quad 3x_1 + 2x_2 \leq 12, \quad x_1 \geq 0 \end{aligned}$$

- 2) Найти все значения параметра k , при которых точка $x = (4, -3)$ является решением задачи

$$\begin{aligned} kx_1 - (2-k)2x_2 &\rightarrow \max, \\ 4x_1 + 3x_2 &\leq 0, \quad 2x_1 + 3x_2 \leq 7, \quad x_1 + x_2 \leq 1 \end{aligned}$$

- 3) Построить задачу ЛП двойственную к задаче

$$\begin{aligned} 3x_1 - 2x_3 + x_4 &\rightarrow \min, \\ -x_1 + x_3 - x_4 &= 5, \quad 2x_1 + x_2 - 2x_3 + 2x_4 \leq 7, \quad x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, 4} \end{aligned}$$

Тема «Выпуклый анализ и выпуклое программирование»

Вариант №1

- 1) При каких значениях параметра α множество D , являющееся совокупностью точек (x_1, x_2) на плоскости, удовлетворяющих неравенству $e^{x_1}(\alpha^2 - 5\alpha + 6) - x_2(\alpha^2 + 2) \leq 0$, будет выпуклым.
- 2) Доказать, что дополнение $R^n \setminus D$ выпуклого и ограниченного множества D является невыпуклым.
- 3) Доказать, что угловая точка выпуклого множества является его граничной точкой.
- 4) Доказать, что выпуклая функция $f(x)$ на выпуклом множестве $R^n \subset D$, отличная от постоянной, не может достигать своей грани внутри D .
- 5) Решить задачу графически и обосновать решение с помощью теоремы Куна-Таккера $(x_1^2 - 2)^2 + (x_2 - 3)^2 \rightarrow \min$

$$x_1 + 2x_2 \leq 12, \quad x_1 + x_2 \leq 9, \quad x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$$

Вариант №2

- 1) Является ли выпуклым множеством $D \subset \mathbb{R}^2$, определяемое совокупностью точек (x_1, x_2) , удовлетворяющих соотношениям $x_1^2 + 2x_2^2 = 1, \quad x_1^2 + (x_2 - 2)^2 = 1, \quad x_2 \geq 0$
- 2) Доказать, что если в некоторой граничной точке x_0 выпуклого множества D существует две различные опорные гиперплоскости, то их существует бесконечно много.
- 3) Доказать, что если $f_1(x)$ и $f_2(x)$ – выпуклые функции на выпуклом множестве D , то функция $f_3(x) = \max \{f_1(x), f_2(x)\}$ выпукла на D .
- 4) Исследовать на выпуклость функцию $f(x_1, x_2, x_3) = 5x_1^4 + x_2^6 + x_3^2 - 13x_1 + 7x_3 - 8$
- 5) Найти расстояние от начала координат на плоскости до множества D , заданного совокупностью точек $x = (x_1, x_2)$, удовлетворяющих неравенствам $x_1 + x_2 \geq 4, \quad 2x_1 + x_2 \geq 5$ с помощью теоремы Куна-Таккера

Вопросы к экзамену

1. Постановка и формы записи задач линейного программирования, приемы сведения одной формы к другой.
2. Симплекс-метод: понятие базисного плана и его базиса, описание итерации симплекс-метода.
3. Теоремы Данцига, возможные ситуации перехода к очередному базисному плану.
4. Правило Блэнда устранения закливания, связь между старыми и новыми параметрами замещения, симплекс-таблица, построение исходного базисного плана.
5. Двойственная задача линейного программирования, теоремы двойственности, экономическая интерпретация двойственной задачи.
6. Выпуклые множества, теорема о проекции на выпуклое множество, теорема Каратеодори, теоремы отделимости.
7. Выпуклые конусы, сопряженный конус, теорема Милютин-Дубовицкого.
8. Выпуклые функции, теорема Иенсина, непрерывность и дифференцируемость по направлениям выпуклой конечной функции.
9. Функция Минковского, опорная функция множества, индикаторная функция.
10. Субдифференциал выпуклой функции, субдифференциал суммы и максимума от выпуклых функций.
11. Основная задача выпуклого программирования, условие Слейтера, функция Лагранжа, теорема Куна-Таккера, теорема о седловой точке.
12. Минимизация функций одного переменного: метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения, метод касательных.
13. Метод покоординатного спуска, градиентный метод, метод Келли.
14. Метод проекции градиента, метод условного градиента, метод Ньютона.
15. Метод штрафных функций, метод барьерных функций.
16. Простейшая задача вариационного исчисления, слабый локальный минимум, лемма Дюбуа-Реймона, теорема Эйлера.
17. Задача вариационного исчисления с функционалом, зависящим от производных более высокого порядка, изопериметрическая задача

\.

Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса и консультирования студентов по результатам выполнения самостоятельных работ.

Основными формами являются:

- обсуждение вынесенных в план самостоятельной работы вопросов,
- решение на практических занятиях задач и их обсуждение,

- выполнение контрольных заданий и обсуждение результатов.

Примерные темы курсовых работ

1. Программная реализация симплекс-метода для решения (варианты)
 - 1) задачи оптимального планирования производства,
 - 2) задачи о рационе,
 - 3) транспортной задачи.
2. Решение задачи потребительского выбора (варианты)
 - 1) методом проекции градиента,
 - 2) методом условного градиента,
 - 3) методом линеаризации.
3. Оптимизация прибыли производственной фирмы (варианты)
 - 1) методом проекции градиента,
 - 2) методом условного градиента,
 - 3) методом возможных направлений,
 - 4) методом покоординатного спуска.
4. Оптимизация структуры портфеля ценных рисков бумаг (варианты)
 - 1) в задаче Марковица,
 - 2) в задаче Тобина,
 - 3) по заданной функции полезности (варианты)
 - а) методом проекции градиента,
 - б) методом условного градиента,
 - в) методом возможных направлений,
 - г) методом покоординатного спуска.

Часть 4. Эконометрика

План самостоятельной работы

Тема 1. Модель парной регрессии. Метод наименьших квадратов ([4], гл.1, п.1-3; [3в], гл.1)

Метод наименьших квадратов. Нахождение оценок коэффициентов. Оценка дисперсии ошибок. Доверительные интервалы для коэффициентов регрессии. Дисперсионный анализ в регрессии.

Тема 2. Классическая линейная модель множественной регрессии ([4], гл.2, п.1-2; [3в], гл.2)

Основные гипотезы. Метод наименьших квадратов. Теорема Гаусса-Маркова. Статистические свойства МНК-оценок. Проверка значимости коэффициентов регрессии. Доверительные интервалы и доверительные области. Проверка значимости уравнения регрессии. Разложение сумм квадратов. F-критерий. Коэффициент детерминации.

Тема 3. Нелинейные модели регрессии и их линеаризация ([4], гл.3, п.1-3; [3в], гл.3)

Виды нелинейных зависимостей, поддающиеся непосредственной линеаризации. Преобразования переменных. Логарифмическая и полулогарифмическая модель. Оценивание эластичностей

Тема 4. Обобщенная линейная модель с гетероскедастичными остатками ([4], гл.4, п.1-3 [Зв], гл.4)

Обобщенная линейная модель с гетероскедастичными остатками и ее характеристики. Тесты на гетероскедастичность.. Оценивание в условиях гетероскедастичности. Обобщенный метод наименьших квадратов (ОМНК). Сравнение МНК - и ОМНК - оценок. Доступный обобщенный метод наименьших квадратов. Модель регрессии с автокоррелированными остатками.

Тема 5. Модели временных рядов. ([4], гл.5, п.1-3; [Зв], гл.5)

Статистические модели временных рядов и их классификация. Методы исследования структуры стационарного временного ряда. Использование графиков коррелограммы и частной автокорреляционной функции для определения стационарности временного ряда. Линейные модели стационарных временных рядов. Модель авторегрессии порядка 1 (AR(1) - модели). Модель авторегрессии порядка p (AR(p) - модели). Модель скользящего среднего порядка 1 (СС(1)-модель).

Примеры контрольных работ

Контрольная работа №1

Варианты 1-15

В файле Market.xls содержатся сведения о месячной доходности ценных бумаг компаний США с января 1976 по декабрь 1987 года.

Номер варианта	Переменная	Компания
1.	MARKET	Доходность рынка по всем акциям Нью-йоркской фондовой биржи
2.	RKFREE	30 –дневные государственные облигации США
3.	MOBIL	Mobil
4.	TEXACO	Texaco
5.	DELTA	Delta
6.	PANAM	Pan American Airways
7.	CITCRP	Citycorp
8.	CONED	Consolidated Edison
9.	DATGEN	Data General
10.	DEC	DEC
11.	GENMIL	General Mills
12.	IBM	IBM
13.	GERBER	Gerber
14.	MOTOR	Motorola
15.	TANDY	Tandy

1. Выберите компанию согласно своему варианту. Рассчитайте премию за риск для этой компании $(r_i - r_0)$, и всего рынка $(r_p - r_0)$. Для построенных рядов найдите среднее значение и среднеквадратическое отклонение. Постройте диаграмму рассеивания. Найдите, величину Beta – коэффициента.
2. Найдите оценки коэффициентов уравнения регрессии методом наименьших квадратов

$$(r_i - r_0) = a_i + \beta_i (r_p - r_0) + \varepsilon_i.$$

3. Проверьте гипотезу $H_0: a_i = 0$.
4. Постройте 95% доверительный интервал для β_i
5. Проверьте гипотезу $H_0: \beta_i = 0$.
6. Проверьте гипотезу $H_0: \beta_i = 1$, против $H_1: \beta_i \neq 1$.

Контрольная работа №2

Тема: Нелинейные регрессионные модели и их линеаризация

В таблице приведены данные о потреблении бензина в США в 1960 – 1986 гг.

G - потребление бензина, USD / индекс цен;

Pg - индекс цен на бензин;

Y – доходы на душу населения (реальные доходы после вычета налогов);

Pnc – индекс цен на новые автомобили;

Puc - индекс цен на подержанные автомобили;

Pps - индекс цен на услуги общественного транспорта;

Pd - индекс цен на товары длительного пользования;

Pn - индекс цен на товары повседневного спроса.

Year	G	Pg	Y	Pnc	Puc	Pps	Pd	Pn
1960	129.7	.925	6036	1.045	.836	.810	.444	.331
1961	131.3	.914	6113	1.045	.869	.846	.448	.335
1962	137.1	.919	6271	1.041	.948	.874	.457	.338
1963	141.6	.918	6378	1.035	.960	.885	.463	.343
1964	148.8	.914	6727	1.032	1.001	.901	.470	.347
1965	155.9	.949	7027	1.009	.994	.919	.471	.353
1966	164.9	.970	7280	.991	.970	.952	.475	.366
1967	171.0	1.000	7513	1.000	1.000	1.000	.483	.375
1968	183.4	1.014	7728	1.028	1.028	1.046	.501	.390
1969	195.8	1.047	7891	1.044	1.031	1.127	.514	.409
1970	207.4	1.056	8134	1.076	1.043	1.285	.527	.427
1971	218.3	1.063	8322	1.120	1.102	1.377	.547	.442
1972	226.8	1.076	8562	1.110	1.105	1.434	.555	.458
1973	237.9	1.181	9042	1.111	1.176	1.448	.566	.497
1974	225.8	1.599	8867	1.175	1.226	1.480	.604	.572
1975	232.4	1.708	8944	1.276	1.464	1.586	.659	.615
1976	241.7	1.779	9175	1.357	1.679	1.742	.695	.638
1977	249.2	1.882	9381	1.429	1.828	1.824	.727	.671
1978	261.3	1.963	9735	1.538	1.865	1.878	.769	.719
1979	248.9	2.656	9829	1.660	2.010	2.003	.821	.800
1980	226.8	3.691	9722	1.793	2.081	2.516	.892	.894
1981	225.6	4.109	9769	1.902	2.569	3.120	.957	.969
1982	228.8	3.894	9725	1.976	2.964	3.460	1.000	1.000
1983	239.6	3.764	9930	2.026	3.297	3.626	1.041	1.021
1984	244.7	3.707	10421	2.085	3.757	3.852	1.038	1.050
1985	245.8	3.738	10563	2.152	3.797	4.028	1.045	1.075
1986	269.4	2.921	10780	2.240	3.632	4.264	1.053	1.069

1. Оцените параметры уравнения регрессии G от всех оставшихся независимых переменных, включая линейный тренд. Совпадают ли знаки коэффициентов с вашими ожиданиями?

2. Проверьте гипотезу, что по крайней мере в отношении спроса на бензин, потребители одинаково реагируют на изменения в ценах новых и подержанных автомобилей.

3. Оцените эластичность спроса по цене на бензин, эластичность спроса по доходу, и перекрестную эластичность относительно изменений в цене общественного транспорта.¹

¹ Напомним, что эластичность y по x - это $x/y dy/dx$ или $d[\log y]/d[\log x]$. Она показывает, на сколько процентов изменяется y, если x увеличивается на 1%.

4. Найдите логарифмы переменных. Как вычисляются эластичности в этом случае? Повторите пп. 1-2 для логарифмической спецификации модели. Сравните с результатами предыдущей регрессии. Какую из спецификаций Вы выберете?

5. Заметьте, что для индексов цен автомобильного рынка базисным годом является 1967 год, а для остальных - 1982 году. Влияет ли это на результаты? Как?

Как изменятся результаты, если преобразовать индексы так, чтобы они были равны 1.000 в 1982 году?

Контрольная работа №3

Тема: Обобщенная линейная модель с гетероскедастичными остатками

Данные включают 35 наблюдений (см. таблицу)

1. Постройте линейную регрессионную модель
2. Найдите прогнозные значения
3. Найдите остатки. Проанализируйте графики остатков. Можно ли считать дисперсию ошибок постоянной?
4. Найдите оценки стандартных ошибок коэффициентов в форме Уайта.
5. Предположим, что ошибки связаны с независимой переменной соотношением $e = \sqrt{1.52329 - 0.7334 * x + 0.0883 * x * x}$
6. Оцените исходное уравнение (Y от X) взвешенным методом наименьших квадратов
7. Вычислите логарифм абсолютных величин остатков. Рассмотрите зависимость логарифма абсолютных величин остатков от переменной X. Подберите наиболее подходящую функциональную форму
8. Найдите оценки стандартных отклонений ошибок .Оцените исходное уравнение (Y от X) взвешенным методом наименьших квадратов

X	Y
1.15	0.99
1.90	0.98
3.00	2.60
3.00	2.67
3.00	2.66
3.00	2.78
3.00	2.80
5.34	5.92
5.38	5.35
5.40	4.33
5.40	4.89
5.45	5.21
7.70	7.68
7.80	9.81
7.81	6.52
7.85	9.71
7.87	9.82
7.91	9.81
7.94	8.50
9.03	9.47
9.07	11.45
9.11	12.14
9.14	11.50
9.16	10.65
9.37	10.64
10.17	9.78
10.18	12.39
10.22	11.03
10.22	8.00

10.22	11.90
10.18	8.68
10.50	7.25
10.23	13.46
10.03	10.19
10.23	9.93

Примеры тестовых заданий для самостоятельной работы

1. Выделите условия Гаусса-Маркова из ниже перечисленных:
 дисперсия случайного члена постоянна для всех наблюдений
 в любых двух наблюдениях не должно быть систематической связи между значениями случайного члена
 случайный член должен иметь постоянное ненулевое математическое ожидание

2. Какие из указанных уравнений соответствуют модели линейной регрессии

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \varepsilon$$

$$\ln y = \beta_0 + \beta_1 \ln x + \varepsilon$$

$$\ln y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

3. Какие из указанных уравнений поддаются непосредственной линеаризации

$$y = AK^a L^b \varepsilon$$

$$y = AK^a L^b + \varepsilon$$

$$y = 1 / (\beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon)$$

$$y = 1 / (\beta_0 + \beta_1 x) + \varepsilon$$

4. Укажите интерпретацию коэффициентов регрессии для следующих моделей

Линейная	
Логарифмическая	
Полулогарифмическая	

5. Каково среднее значение остатков модели?

равно значению оценки дисперсии регрессии

равно нулю

6. Значение t-статистики коэффициента, не превышающее критическое значение свидетельствует об:

неправильном вычислении коэффициента

незначимости коэффициента в модели

гетероскедастичности в модели

7. Укажите признаки стационарности временного ряда:

8. Укажите свойства автокорреляционной и частной автокорреляционной функции если во временном ряде присутствует линейный тренд

АКФ	
ЧАКФ	

--	--

9. По 20 наблюдениям получены следующие коэффициенты регрессии. Заполните пропущенные ячейки таблицы. Проверьте значимость коэффициентов регрессии на 5% уровне значимости. Укажите границы 95% доверительного интервала для коэффициентов регрессии.

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	Границы 95% доверительного интервала
Y-пересечение	0.60	0.53		
x1	-0.48	0.04		
x2	0.74	0.32		

10. По 50 наблюдениям получены следующие коэффициенты регрессии. Заполните пропущенные ячейки таблицы. Проверьте значимость коэффициентов регрессии на 5% уровне значимости. Укажите границы 95% доверительного интервала для коэффициентов регрессии.

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	Границы 95% доверительного интервала
Y-пересечение	3.08	1.72		
x1	-1.64	0.21		
x2	2.87	0.70		

11. Заполните пропущенные ячейки таблицы. Проверьте значимость уравнения регрессии на 5% уровне значимости. Найдите значения коэффициента детерминации R^2 .

Дисперсионный анализ				
Компоненты дисперсии	df	SS	MS	F
Регрессии	2	158.6		
Остатков	17	22.2		x
Общая	19	180.8	x	x

$R^2 =$ _____

12. Заполните пропущенные ячейки таблицы. Проверьте значимость уравнения регрессии на 5% уровне значимости. Найдите значения коэффициента детерминации R^2 .

Дисперсионный анализ				
Компоненты дисперсии	df	SS	MS	F
Регрессии	2			
Остатков		22.2		x
Общая	24	180.8	x	x

$R^2 =$ _____

13. Заполните пропущенные ячейки таблицы. Проверьте значимость уравнения регрессии на 5% уровне значимости. Найдите значения коэффициента детерминации R^2 .

Дисперсионный анализ				
Компоненты дисперсии	df	SS	MS	F
Регрессии	2			x

Остатков		22.2		x
Общая	24	180.8	x	x

$R^2 =$ _____

14. Укажите свойства автокорреляционной и частной автокорреляционной функции для процесса авторегрессии первого порядка AR(1)

АКФ	
ЧАКФ	

15. Укажите свойства автокорреляционной и частной автокорреляционной функции для процесса скользящего среднего первого порядка MA(1)

АКФ	
ЧАКФ	

16. Укажите свойства автокорреляционной и частной автокорреляционной функции для процесса авторегрессии - скользящего среднего ARMA(1,1)

АКФ	
ЧАКФ	

17. Укажите свойства автокорреляционной и частной автокорреляционной функции для процесса авторегрессии p-го порядка AR(p)

АКФ	
ЧАКФ	

18. Укажите свойства автокорреляционной и частной автокорреляционной функции для процесса скользящего среднего q-го порядка MA(q)

АКФ	
ЧАКФ	

19. Установите соответствие между понятиями и определениями

Мультиколлинеарность	явление, когда существует строгая линейная зависимость между объясняющими переменными
Гетероскедастичность	нестрогая линейная зависимость между объясняющими переменными
Автокорреляция	непостоянство дисперсии случайного члена
Полная коллинеарность	зависимость между случайными членами для различных наблюдений

20. Установите соответствие между понятиями и определениями

Фиктивная переменная	переменная, используемая в регрессии вместо трудноизмеримой, но важной переменной
Лаговая переменная	необходимая по экономическим причинам, но отсутствующая в модели
Отсутствующая	переменная, принимающая в каждом наблюдении

переменная	только два значения: 1 – «да», 0- «нет»
Замещающая переменная	значение переменной в предшествующий момент времени, используемое как объясняющая переменная

Вопросы к экзамену

1. Двумерная регрессионная модель. Метод наименьших квадратов
2. Двумерная регрессионная модель. Определение интервальной оценки и проверка значимости коэффициентов регрессии
3. Двумерная регрессионная модель. Определение интервальной оценки для условного математического ожидания
4. Многомерная регрессионная модель. Основные гипотезы. Метод наименьших квадратов. Теорема Гаусса-Маркова
5. Статистические свойства МНК-оценок
6. Проверка значимости уравнения регрессии. Разложение сумм квадратов. F-критерий. Коэффициент детерминации.
7. Проверка гипотез о коэффициентах регрессии
8. Интервальные оценки коэффициентов регрессии
9. Фиктивные переменные.
10. Сравнение «короткой» и «длинной» регрессии
11. Тест Чоу
12. Проверка общей линейной гипотезы
13. Мультиколлинеарность
14. Проверка общей линейной гипотезы.
15. Интерпретация результатов многомерной регрессии. Гетероскедастичность
16. Тесты на гетероскедастичность.
17. Обобщенный метод наименьших квадратов.
18. Оценивание в условиях гетероскедастичности. Доступный обобщенный метод наименьших квадратов.
19. Модель регрессии с автокоррелированными остатками. Проверка гипотезы о наличии / отсутствии автокоррелированности регрессионных остатков (критерий Дарбина - Уотсона).
20. Виды нелинейных зависимостей, поддающиеся непосредственной линеаризации. Преобразования переменных. Логарифмическая и полулогарифмическая модель.
21. Дискретные зависимые переменные и цензурированные выборки
22. Модели бинарного выбора. Логит регрессия. Пробит регрессия.
23. Цензурированные зависимые переменные. Тобит регрессия
24. Линейные модели стационарных временных рядов. Модель авторегрессии 1 порядка
25. Линейные модели стационарных временных рядов. Модель скользящего среднего 1 порядка $СС(1)$
26. Линейные модели стационарных временных рядов. Модель авторегрессии p порядка
27. Линейные модели стационарных временных рядов. Модель скользящего среднего q порядка
28. Комбинированные процессы авторегрессии - скользящего среднего $АРСС(p,q)$.
29. Тестирование временного ряда на стационарность, критерий Дики-Фуллера
30. Модель авторегрессии - проинтегрированного скользящего среднего ($АРПСС(p,d,q)$).
31. Нестационарные временные ряды и их статистические модели Модель авторегрессии - проинтегрированного скользящего среднего ($АРПСС(p,d,q)$).

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
---------	--------	----------------------	----------------------	------------------------	---------------------------------	----------------------------------	--------------------------	-------

3 семестр, часть 1	10	0	30	10	0			50
4 семестр, часть 1						10	40	50
Итого, часть 1								100
4 семестр, часть 2	10	25	0	15	0			50
5 семестр, часть 2						10	40	50
Итого, часть 2								100
5 семестр, часть 3	10	25	0	15	0			50
6 семестр, часть 3						10	40	50
Итого, часть 3								100
6 семестр, часть 4	10	25	0	15	0			50
7 семестр, часть 4						10	40	50
Итого, часть 4								100

Программа оценивания учебной деятельности студента за 3 семестр (зимнюю сессию) 2 курса по 1 части

Лекции

Посещаемость, активность, практическая подготовка – от 0 до 10 баллов.

Критерии оценки:

менее 25% – 0 баллов;

от 25% до 50% – 3 баллов;

от 51% до 90% – 7 баллов;

от 91% до 100% – 10 баллов.

Практические занятия

Контроль выполнения практических заданий в течении сессии - от 0 до 30 баллов.

Критерии оценки:

менее 25% – 0 баллов;

от 25% до 50% – 10 баллов;

от 51% до 90% – 20 баллов;

от 91% до 100% – 30 баллов.

Самостоятельная работа

Контроль за выполнением домашних работ, грамотность в оформлении -от 0 до 10 баллов.

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 3 балла;
- от 51% до 75% – 7 баллов;
- от 76% до 100% – 10 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Программа оценивания учебной деятельности студента за 4 семестр (летнюю сессию) 2 курса

Другие виды учебной деятельности

Контрольная работа(часть 1): правильность решения и оформление – от 0 до 10 баллов.

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 3 балла;
- от 51% до 75% – 6 баллов;
- от 76% до 100% – 10 баллов.

Промежуточная аттестация за часть 1, зачет – от 0 до 40 баллов

При определении разброса баллов при аттестации преподаватель может воспользоваться следующим примером ранжирования:

33-40 баллов – ответ на «отлично» / «зачтено»

25-32 баллов – ответ на «хорошо» / «зачтено»

16-24 баллов – ответ на «удовлетворительно» / «зачтено»

0-15 баллов – неудовлетворительный ответ./ «незачтено»

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 3-4 семестры 1-й части дисциплины «Исследование операций» 100 баллов.

Таблица 2.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по 1-й части дисциплине «Исследование операций» в зачет:

50-100 баллов	«зачтено»
0-49 баллов	«не зачтено»

В соответствии с учебным планом, в 4 семестре (летней сессии) 2 курса выполняется курсовая работа.

Таблица 1.2 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности при выполнении курсовой работы

семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
4	0	0	0	40	0	20	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента при выполнении курсовой работы в 4 семестре

Самостоятельная работа

Контроль за выполнением промежуточных этапов выполнения курсовой работы: поиск источников, составление плана работы, грамотность в оформлении- от 0 до 40 баллов.

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 15 балла;
- от 51% до 75% – 30 баллов;
- от 76% до 100% – 40 баллов.

Другие виды учебной деятельности

Подбор и решение иллюстрирующих примеров, правильность их решения и оформления от 0 до 20 баллов

Промежуточная аттестация – зачет – от 0 до 40 баллов

При определении разброса баллов при аттестации преподаватель может воспользоваться следующим примером ранжирования:

33-40 баллов – ответ на «отлично» / «зачтено»

25-32 баллов – ответ на «хорошо» / «зачтено»

16-24 баллов – ответ на «удовлетворительно» / «зачтено»

0-15 баллов – неудовлетворительный ответ./ «незачтено»

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за выполнение курсовой работы составляет 100 баллов.

Таблица 2.3 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов за курсовую работу на 2 курсе

60-100 баллов	«зачтено»
0-59 баллов	«не зачтено»

Лекции(часть 2)

Посещаемость, активность, практическая подготовка – от 0 до 10 баллов.

Критерии оценки:

менее 25% – 0 баллов;

от 25% до 50% – 3 баллов;

от 51% до 90% – 7 баллов;

от 91% до 100% – 10 баллов.

Практические занятия

Контроль выполнения практических заданий в течении сессии - от 0 до 25 баллов.

Критерии оценки:

менее 25% – 0 баллов;

от 25% до 50% – 10 баллов;

от 51% до 90% – 15 баллов;

от 91% до 100% – 25 баллов.

Самостоятельная работа

Контроль за выполнением домашних работ, грамотность в оформлении- от 0 до 15 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено

Программа оценивания учебной деятельности студента за 5 семестр (зимнюю сессию) 3 курса

Другие виды учебной деятельности

Контрольная работа(часть 2): правильность выполнения и оформления от 0 до 10 баллов

Критерии оценки:

• менее 25% – 0 баллов;

• от 25% до 50% – 3 балла;

• от 51% до 75% – 6 баллов;

- от 76% до 100% – 10 баллов.

Промежуточная аттестация за часть 2 – зачет от 0 до 40 баллов

При определении разброса баллов при аттестации преподаватель может воспользоваться следующим примером ранжирования:

33-40 баллов – ответ на «отлично» / «зачтено»

25-32 баллов – ответ на «хорошо» / «зачтено»

16-24 баллов – ответ на «удовлетворительно» / «зачтено»

0-15 баллов – неудовлетворительный ответ./ «незачтено»

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за 2-ю часть дисциплины «Исследование операций» составляет 100 баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов за часть 2 дисциплины «Исследование операций» в зачет:

50-100 баллов	«зачтено»
0-49 баллов	«не зачтено»

Лекции(часть 3)

Посещаемость, активность, практическая подготовка – от 0 до 10 баллов.

Критерии оценки:

менее 25% – 0 баллов;

от 25% до 50% – 3 баллов;

от 51% до 90% – 7 баллов;

от 91% до 100% – 10 баллов.

Практические занятия

Контроль выполнения лабораторных заданий в течении сессии - от 0 до 25 баллов.

Критерии оценки:

менее 25% – 0 баллов;

от 25% до 50% – 10 баллов;

от 51% до 90% – 15 баллов;

от 91% до 100% – 25 баллов.

Самостоятельная работа

Контроль за выполнением домашних работ, грамотность в оформлении- от 0 до 15 баллов.

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;

- от 25% до 50% – 5 балла;

- от 51% до 75% – 10 баллов;

- от 76% до 100% – 15 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено

Программа оценивания учебной деятельности студента за 6 семестр (летнюю сессию) 3 курса

Другие виды учебной деятельности

Контрольная работа(часть 3): правильность выполнения и оформления от 0 до 10 баллов

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 3 балла;
- от 51% до 75% – 6 баллов;
- от 76% до 100% – 10 баллов.

Промежуточная аттестация по части 3(в летнюю сессию 3 курса) - экзамен – от 0 до 40 баллов

При определении разброса баллов при аттестации преподаватель может воспользоваться следующим примером ранжирования:

33-40 баллов – ответ на «отлично»

25-32 баллов – ответ на «хорошо»

16-24 баллов – ответ на «удовлетворительно»

0-15 баллов – неудовлетворительный ответ.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 5-6 семестр по 3-й части дисциплины «Исследование операций» составляет 100 баллов.

Таблица 2.4 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов за часть 3 дисциплины «Исследование операций» в оценку:

85-100 баллов	«отлично»
76-84 баллов	«хорошо»
51-75 баллов	«удовлетворительно»
0-50 баллов	«неудовлетворительно»

В соответствии с учебным планом, в 6 семестре (летней сессии) 3 курса выполняется курсовая работа.

Таблица 1.3 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности при выполнении курсовой работы

<i>семестр</i>	<i>Лекции</i>	<i>Лабораторные занятия</i>	<i>Практические занятия</i>	<i>Самостоятельная работа</i>	<i>Автоматизированное тестирование</i>	<i>Другие виды учебной деятельности</i>	<i>Промежуточная аттестация</i>	<i>Итого</i>
6	0	0	0	40	0	20	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента при выполнении курсовой работы в 6 семестре (летнюю сессию) 3 курса

Самостоятельная работа

Контроль за выполнением промежуточных этапов выполнения курсовой работы: поиск источников, составление плана работы, грамотность в оформлении- от 0 до 40 баллов.

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 15 балла;
- от 51% до 75% – 30 баллов;
- от 76% до 100% – 40 баллов.

Другие виды учебной деятельности

Подбор и решение иллюстрирующих примеров, правильность их решения и оформления от 0 до 20 баллов

Промежуточная аттестация – зачет – от 0 до 40 баллов

При определении разброса баллов при аттестации преподаватель может воспользоваться следующим примером ранжирования:

33-40 баллов – ответ на «отлично» / «зачтено»

25-32 баллов – ответ на «хорошо» / «зачтено»

16-24 баллов – ответ на «удовлетворительно» / «зачтено»

0-15 баллов – неудовлетворительный ответ./ «незачтено»

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за выполнение курсовой работы в 6 семестре составляет 100 баллов.

Таблица 2.6 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов за курсовую работу на 3 курсе

60-100 баллов	«зачтено»
0-59 баллов	«не зачтено»

Лекции(часть4)

Посещаемость, активность, практическая подготовка – от 0 до 10 баллов.

Критерии оценки:

менее 25% – 0 баллов;

от 25% до 50% – 3 баллов;

от 51% до 90% – 7 баллов;

от 91% до 100% – 10 баллов.

Практические занятия

Контроль выполнения практических заданий в течении сессии - от 0 до 25 баллов.

Критерии оценки:

менее 25% – 0 баллов;

от 25% до 50% – 10 баллов;

от 51% до 90% – 15 баллов;

от 91% до 100% – 25 баллов.

Самостоятельная работа

Контроль за выполнением домашних работ, грамотность в оформлении - от 0 до 15 баллов.

Критерии оценки:

• менее 25% – 0 баллов;

• от 25% до 50% – 5 балла;

• от 51% до 75% – 10 баллов;

• от 76% до 100% – 15 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Контрольная работа(часть4): правильность решения и оформление – от 0 до 10 баллов.

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 3 балла;
- от 51% до 75% – 6 баллов;
- от 76% до 100% – 10 баллов.

Промежуточная аттестация по части 4 (в зимнюю сессию на 4 курсе)– экзамен – от 0 до 40 баллов

При определении разброса баллов при аттестации преподаватель может воспользоваться следующим примером ранжирования:

33-40 баллов – ответ на «отлично»

25-32 баллов – ответ на «хорошо»

16-24 баллов – ответ на «удовлетворительно»

0-15 баллов – неудовлетворительный ответ.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 6-7 семестр по 4-й части дисциплины «Исследование операций» составляет 100 баллов.

Таблица 2.5 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов за часть 4 дисциплины «Исследование операций» в оценку:

85-100 баллов	«отлично»
76-84 баллов	«хорошо»
51-75 баллов	«удовлетворительно»
0-50 баллов	«не удовлетворительно»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение курса «Исследование операций».

а) литература:

1. Лычкина Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Наталья Николаевна Лычкина. - Москва: Издательский Дом "ИНФРА-М", 2012. - 254 с. - ISBN 978-5-16-004675-4 : Б. ц. ЭБС Информ. ✓
2. Грачева М.В. Моделирование экономических процессов [Электронный ресурс] . - Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. - 543 с. - ISBN 978-5-238-02329-8 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. ✓
3. Мхитарян В.С., Архипова Н.Ю., Балаш В.А. Эконометрика. Учебник. М.: Проспект, 2012 . ЭБС IPRbooks ✓

б) лицензионное программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Купцов С.Н., Балаш В.А., Кузнецова О.С. Имитационное моделирование и его приложения. - 2008 http://nto.immpu.sgu.ru/sites/default/files/3/_12412.pdf
2. Дудов С.И., Мещерякова Е.А. Математическая экономика. http://nto.immpu.sgu.ru/sites/default/files/3/_18440.pdf
3. Балаш В.А., Харламов А.В. Эконометрика. http://nto.immpu.sgu.ru/sites/default/files/3/_68431.pdf

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерные классы с установленной ОС Linux, графической системой KDE 4 и программным обеспечением: Maxima, GPSS World, MATLAB, Gretl.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки **09.03.03 - Прикладная информатика** и профилю подготовки **Прикладная информатика в экономике**.

Авторы: доктор физико-математических наук, профессор С.И.Дудов
доктор экономических наук, профессор В.А.Балаш
старший преподаватель С.Н.Купцов

Программа актуализирована на заседании кафедры дифференциальных уравнений и математической экономики от **30 марта 2022 г., протокол № 13**.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Рекомендуемая литература:

1. Дудов С.И., Сидоров С.П. Курс математической экономики. Часть 1: Финансовая математика, оптимизация и их приложения.- Саратов: Изд-во Сарат. Ун-та – 2002 – 91 с.
1. **Matlab 6.x**: программирование численных методов [Текст] : [учеб. пособие] / Ю. Л. Кетков, А. Ю. Кетков, М. М. Шульц. - СПб. : БХВ-Петербург, 2004. - 662, [10] с. : ил., рис. - (Мастер решений). - Библиогр.: с. 659-662 (57 назв.). - ISBN 5-94157-373-1 **A909207-ОХФ**
2. **Половко А.М.**, Бутусов П.Н. МАТЛАВ для студента. БХВ-Петербург, 2005, 320 с.
3. Лоу А., Кельтон В. Имитационное моделирование. М., Питер, 2004, 847 с.
4. **Малыхин В.И.** Математика в экономике. – М.: ИНФРА-М, 2002.
5. **Советов Б.Я., Яковлев С.А.** Моделирование систем. Практикум. —М.: Высш. шк., 2003. — 295 с.
6. **Matlab 7** [Текст] : [учеб. пособие] / И. Е. Ануфриев, А. Б. Смирнов, Е. Н. Смирнова. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005. - 1080, [10] с. : ил. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM) (в медиазале). - Библиогр.: с. 1082 (6 назв.). - ISBN 5-94157-494-0 **A909110-ОХФ, A909111-ОХФ**
7. **Карпов Ю.Г.** Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2009. - 390 с. - ISBN 978-5-94157-148-2