Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 09.07.2025 15:10:31
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:
Руководитель ООП
_____ С.М.Дудаков
«__» _____ 2021 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ УПРАВЛЯЕМЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭКОНОМИКЕ

09.03.03 Прикладная информатика

Профиль подготовки

Прикладная информатика в экономике

Для студентов 4 курса

Форма обучения очная

Составитель: д.т.н. Михно В.Н.

Тверь, 2021

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины

Целями и задачами освоения дисциплины являются:

ознакомление студентов с прикладными аспектами построения и анализа оптимизационных моделей применительно к управляемым процессам в экономике, а также с математическими методами поиска оптимальных решений задач, представляемых данными моделями, и интерпретацией результатов решений.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к дисциплинам части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений, раздела "Дисциплины профиля подготовки". Для освоения дисциплины требуются знания основ макро и микроэкономики, теории вероятностей и математической статистики, математического анализа, линейной алгебры, методов оптимизации. Освоение дисциплины необходимо как предшествующее при прохождении производственной, технологической и преддипломных практик, а также при подготовке выпускных квалификационных работ, ориентированных на решение оптимизационных задач в экономике.

3. Объем дисциплины: 4 зачетных единиц, 144 академических часов, **в том числе:**

контактная аудиторная работа: лекции 30 часов**,** практические занятия 30 часов, в т.ч. практическая подготовка - 0 часов*;*

контактная внеаудиторная работа: контроль самостоятельной работы 10 часов, в том числе курсовая работа (расчетно-графическая работа) – 10 часов;

самостоятельная работа: 74 часа, в том числе контроль – 27 часов.

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

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине

ПК-1 способен применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	ПК-1.1. Проводит анализ состояния разработок по теме исследуемой задачи ПК-1.2. Осуществляет формальную постановку исследуемой задачи ПК-1.3. Дает научное обоснование выбора метода и решает прикладную задачу ПК-1.4. Проводит аттестацию результатов научных исследований
ПК-3 Способен проводить обследование организаций, выявлять информационные потребности пользователей, формировать требования к информационной системе	ПК-3.1. Определяет возможности достижения соответствия типовой информационной системы первоначальным требованиям заказчика ПК-3.2. Дает формальное описание требований к информационным системам конкретного назначения в конкретной предметной области ПК-3.3. Выявляет первоначальные информационные потребности заказчика

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения

экзамен, 7-й семестр, РГР.

6. Язык преподавания русский**.**

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)					Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции		Практические занятия		Контроль самостоятельной работы (в том числе курсовая работа, РГР)	
		всего	в т.ч. практ. подго-товка	всего	в т.ч. практ. подготовка		
1. Деловые и матричные игры	31	9		9		-	13

2. Понятие о задаче динамического программирования.	35	5		5		-	25
3. Модели сетевого планирования и управления**.**	33	8		8		-	17
4. Основные модели систем массового обслуживания (СМО).	45	8		8		*10*	19
ИТОГО	**144**	**30**	**-**	**30**	**-**	***10***	**74**

Для студентов очной формы обучения

Учебная программа

1. Деловые и матричные игры

1.1. Основные понятия теории игр.

1.2. Методы решения матричных игр.

1.3. Эквивалентность матричной игры двух лиц с нулевой суммой задаче линейного программирования.

1.4. Понятие об игре с природой.

1.5. Понятие о деловых играх.

1.6. Деловая игра специалист.

2. Понятие о задаче динамического программирования.

2.1. Постановка задачи динамического программирования. Основные понятия.

2.2. Задача построения оптимальной последовательности операций. Примеры.

2.3. Задача о распределении средств между несколькими предприятиями.

3. Модели сетевого планирования и управления.

3.1. Экономико-математическая постановка задачи сетевого планирования и управления. Примеры.

3.2. Правила построения сетевой модели.

3.3. Алгоритм решения задачи минимизации времени выполнения комплекса работ.

4. Основные модели систем массового обслуживания (СМО).

4.1. Основные элементы и понятия СМО.

4.2. Задачи Эрланга (*n* – канальные СМО с отказами).

4.3. *n* – канальная СМО с неограниченной очередью.

4.4. *n* – канальная СМО с ограниченной длиной очереди.

4.5. Примеры оптимизационных задач СМО.

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
1. Деловые и матричные игры	Установочный разбор теоретического материала, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
2. Понятие о задаче динамического программирования.	Установочный разбор теоретического материала, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
3. Модели сетевого планирования и управления.	Установочный разбор теоретического материала, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
4. Основные модели систем массового обслуживания (СМО).	Установочный разбор теоретического материала, практические занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач

В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии: установочные лекции, практические занятия, выполнение расчетно-графических работ, различные формы самостоятельной работы студентов с использованием интернет – ресурсов и пакетов прикладных программ. Форма

проведения практических занятий - решение тестовых задач по обоснованию управленческих решений в экономике, поиск и анализ оптимальных решений задач экономики с использованием программной реализации изучаемых алгоритмов и методов.

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

ПК-1 способен применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач:

ПК-1.1. Проводит анализ состояния разработок по теме исследуемой задачи.

ПК-1.2. Осуществляет формальную постановку исследуемой задачи.

ПК-1.3. Дает научное обоснование выбора метода и решает прикладную задачу.

ПК-1.4. Проводит аттестацию результатов научных исследований.

ПК-3. Способен проводить обследование организаций, выявлять информационные потребности пользователей, формировать требования к информационной системе:

ПК-3.1 Определяет возможности достижения соответствия типовой информационной системы первоначальным требованиям заказчика.

ПК-3.2 Дает формальное описание требований к информационным системам конкретного назначения в конкретной предметной области.

ПК-3.3 Выявляет первоначальные информационные потребности заказчика.

Типовые задачи по темам учебной программы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. Деловые и матричные игры

1). **Дано**: $m = n = 3,\ H = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 6 & 4 & 2 \\ 15 & 8 & 0 \end{pmatrix}$,

смешанные стратегии игрока 1: $\alpha' = (0.3,0.4,0.3), \alpha'' = (0.2,0.6,0.2)$;

смешанные стратегии игрока 2: $\beta' = (0.1,0.3,0.6), \beta'' = (0.1,0.5,0.4)$.

Установить, находятся ли стратегии α', α'' игрока 1, а также стратегии β', β'' игрока 2 в отношении доминирования.

2). **Дано: -** число чистых стратегий $m = 3; n = 4$ первого и второго игроков соответственно в матричной игре;

- матрица выигрышей

$$H = \begin{pmatrix} 15 & 9 & 14 & 10 \\ 11 & 17 & 12 & 17 \\ 15 & 9 & 17 & 14 \end{pmatrix}.$$

Найти: с использованием теорем о подыграх упростить игру и найти ее решение.

3). **Дано: -** число чистых стратегий $m = 6; n = 6$ первого и второго игроков соответственно в матричной игре;

- матрица выигрышей

$$H = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 2 & 0 & 2 & 1 & 1 \\ 4 & 3 & 1 & 3 & 2 & 2 \\ 4 & 3 & 7 & -5 & 1 & 2 \\ 4 & 3 & 4 & -1 & 2 & 2 \\ 4 & 3 & 3 & -2 & 2 & 2 \end{pmatrix};$$

- спектры оптимальных стратегий $Sp(\alpha^*) = \{3,4\}, Sp(\beta^*) = \{3,4\}$ первого и второго игроков соответственно.

Найти: с использованием теорем о подыграх и о значении игры упростить игру и найти ее решение.

4). Для игры с матрицей выигрышей из задачи 1 постройте пару двойственных задач линейного программирования и укажите связь решения построенных задач с решением игры.

5). Сформулируйте сущность и структуру деловой игры. Определите компоненты деловой игры.

2. Понятие о задаче динамического программирования.

1). Сформулируйте принцип оптимальности Беллмана и соответствующие ему рекуррентные соотношения для поиска оптимального решения.

2). **Дано:** машина (станок), обслуживаемая периодически один раз в час. В каждый момент времени машина может находиться в одном из двух состояний: в рабочем (состояние 1) и нерабочем (состояние 2). Если машина на некотором шаге проработала непрерывно 1 час, то доход равен 5 рублям. При этом вероятность остаться на следующем шаге в состоянии 1 равна 0.6, а вероятность перейти в состояние 2 равна 0.4. Если машина отказала на некотором шаге, то ее можно отремонтировать двумя способами: ускоренным способом, который требует затрат в 2 рубля и обеспечивает переход в состояние 1 с вероятностью 0.7; обычным способом, который требует затрат в 1 рубль и обеспечивает переход в состояние 1 с вероятностью 0.3.

Найти: 1. Определить параметры марковской управляемой модели для задачи выбора оптимальной (многошаговой) стратегии обслуживания машины.

2. Вычислить доходы для всех стратегий длины 2.
3. Записать рекуррентное соотношение, реализующее принцип оптимальности Беллмана для нахождения оптимальной стратегии для конечного времени.

4. Модели сетевого планирования и управления.

1). Дайте определение сетевой модели.

2). Что такое опорная работа, исходное и завершающее событие в задаче выполнения комплекса работ?

3). Что такое структурно временная таблица комплекса работ?

4). **Дано:** Структурно-временная таблица комплекса работ по организации выставки-продажи товаров.

Таблица

Содержание работы	Обозначение	Опорная работа	Коэфф. Пересчета	Продолжит. работ
Заказ на оборудование, товары	A_1	-	C_1=0.1	T_1=9
Разработка системы учета спроса	A_2	-	C_2=0.2	T_2=11
Отбор товаров и выписка счетов	A_3	A_1	C_3=0.3	T_3=4
Завоз товара	A_4	A_3	C_4=0.4	T_4=4
Завоз оборудования	A_5	A_1	C_5=0.5	T_5=6
Установка оборудования	A_6	A_5	C_6=0.6	T_6=5
Выкладки товаров	A_7	A_4	C_7=0.7	T_7=3
Учет наличия товара	A_8	A_4	C_8=0.8	T_8=8
Оформления зала и витрины	A_9	A_6, A_7	C_9=0.9	T_9=6
Изучение документов учета	A_{10}	A_2, A_8	C_{10}=1.0	T_{10}=5
Репетиция выставки-продажи	A_{11}	A_9, A_{10}	C_{11}=1.1	T_{11}=3

Найти: построить сетевую модель и на ее основе оптимизировать распределение ресурсов с целью минимизации времени выполнения всего комплекса работ.

4. Основные модели систем массового обслуживания (СМО).

1). Универсам получает ранние овощи и зелень из теплиц пригородного хозяйства.

Прибытие машин в универсам описывается пуассоновским потоком с интенсивностью $\lambda = 3$ автомашин в день. Подсобные помещения и оборудование для подготовки овощей к продаже позволяют обработать и хранить товар объемом не более $m = 2$ автомашин в день. В универсаме работают $n = 2$ фасовщиков, каждый из которых в среднем может обрабатывать товар с одной машины в течение $t_{обс} = 0{,}3$ дня.

Определить: 1). Вероятность $P_{обс}$ обслуживания приходящей автомашины;

2). Какова должна быть емкость подсобных помещений $m1$, чтобы вероятность обслуживания была бы больше или равна заданной величине $P^{*}_{обс} = 0.97$.

2). В магазин самообслуживания поступает пуассоновский поток покупателей с интенсивностью $\lambda = 2$ человек в минуту. Средняя продолжительность обслуживания на расчетном узле составляет $t_{обс} = 1{,}4$ мин. Уровень суммарных потерь связан с простоем среднего числа $n_{св}$ контролеров-кассиров и пребыванием среднего числа $l_{оч}$ покупателей в очереди. Построить график зависимости суммы среднего числа $n_{св}$ контролеров-кассиров и среднего числа $l_{оч}$ покупателей в очереди от числа n контролеров кассиров, т.е. график функции $f(n) = n_{св} + l_{оч}$, и найти по нему число контролеров-кассиров $n0$, при котором суммарные потери будут минимальными.

3). В магазин самообслуживания поступает пуассоновский поток покупателей с интенсивностью $\lambda = 200$ человек в час. В течение дня их обслуживает $n = 3$ контролеров-кассиров с интенсивностью $\mu = 90$ покупателей в час. Интенсивность входного потока в часы “пик“ возрастает до величины $\lambda_{\max} = 400$ человек в час.

Определить: 1). Среднюю длину $l_{оч}$ очереди в течение дня;

2). Необходимое минимальное число контролеров-кассиров в часы “пик”, обеспечивающих среднюю длину очереди, не больше, чем найденное в п.1).

Способ проведения – письменный.
Критерии оценивания:

Задача решена (или теоретический вопрос раскрыт) полностью - 6 баллов;

Решение задачи (или раскрытие теоретического вопроса) содержит неточности и незначительные ошибки - 4 балла;

Решение задачи (или раскрытие теоретического вопроса) содержит грубые ошибки - 2 балла.

Общая оценка (по баллам) согласуется с положением о рейтинговом контроле знаний студентов, принятом в ТвГУ.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература:

1. Экономико-математические методы и прикладные модели : учебное пособие / В. В. Федосеев, А. Н. Тармаш, И. В. Орлова, В. А. Половников ; под ред. В. В. Федосеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юнити-Дана, 2017. – 302 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684640 (дата обращения: 13.10.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 5-238-00819-8. – Текст : электронный.

2. Математические методы и модели исследования операций : учебник / В. А. Колемаев, Т. М. Гатауллин, Н. И. Заичкин [и др.] ; ред. В. А. Колемаев. – Москва : Юнити-Дана, 2017. – 593 с. : ил., табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684910 (дата обращения: 13.10.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-238-01325-1. – Текст : электронный.

б) Дополнительная литература:

1. Васин А.А. Теория игр и модели математической экономики: учебное пособие / А. А. Васин, В. В. Морозов. - Москва: МАКС Пресс, 2005. - 271 с.

2. Колесник Г.В. Теория игр: учебное пособие / ГОУ ВПО "Твер. гос. ун-т". - Тверь: Тверской государственный университет, 2009. - 131 с.

3. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология: учебное пособие. - 5-е изд., стер. - Москва : КноРус, 2010. - 191 с.

4. Новицкий Н.И. Сетевое планирование и управление производством: учеб. - практ. пособие / Н. И. Новицкий. - Москва: Новое знание, 2004. - 158 с.

5. Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А. Опыт математического моделирования экономики. – М.: Энергоатомиздат, 1996.

6. Исследование операций, т. 1. Методологические основы и математические методы. – М.: Мир, 1981. – 677 с.

7. Исследование операций, т. 2. Модели и применение. – М.: Мир, 1981. – 712 с.

2) Программное обеспечение

Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 249 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	
Cadence SPB/OrCAD 16.6	Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009
FidesysBundle 1.4.43 x64	Акт приема передачи по договору №02/12-13 от 16.12.2013
Google Chrome	бесплатно
JetBrains PyCharm Community Edition 4.5.3	бесплатно
Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022
Lazarus 1.4.0	бесплатно
Mathcad 15 M010	Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011
MATLAB R2012b	Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012
MiKTeX 2.9	бесплатно
NetBeans IDE 8.0.2	бесплатно
Notepad++	бесплатно
OpenOffice	бесплатно
Origin 8.1 Sr2	договор №13918/M41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»
Python 3.4.3	бесплатно
Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64 bit)	бесплатно
R for Windows 3.3.2	бесплатно
STATGRAPHICS Centurion XVI.II	Акт приема-передачи № Tr024185 от 08.07.2010
Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО	бесплатно
ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО	бесплатно

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Важной составляющей данного раздела РПД являются требования к рейтинг-контролю с указанием баллов, распределенных между модулями и видами работы обучающихся.

Максимальная сумма баллов по учебной дисциплине, заканчивающейся экзаменом, по итогам семестра составляет 60 баллов (30 баллов - 1-й модуль и 30 баллов - 2-й модуль).

Обучающемуся, набравшему 40–54 балла, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в рейтинговой ведомости учета успеваемости и зачетной книжке может быть выставлена оценка «удовлетворительно».

Обучающемуся, набравшему 55–57 баллов, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в графе рейтинговой ведомости учета успеваемости «Премиальные баллы» может быть добавлено 15 баллов и выставлена экзаменационная оценка «хорошо».

Обучающемуся, набравшему 58–60 баллов, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в графе рейтинговой ведомости учета успеваемости «Премиальные баллы» может быть добавлено 27 баллов и выставлена экзаменационная оценка «отлично». В каких-либо иных случаях добавление премиальных баллов не допускается.

Обучающийся, набравший до 39 баллов включительно, сдает экзамен.

Распределение баллов по модулям устанавливается преподавателем и может корректироваться.

Методические указания по усвоению теоретического материала.
Перечень задач для самостоятельного решения.
Тесты и задания для самоконтроля.

Темы расчетно-графических работ.

1. Теоретико-игровая модель конкуренции двух фирм (конечный случай).

2. Теоретико-игровая модель захвата рынков сбыта.

3. Теоретико-игровая модель задачи планирования посевов.

4. Арбитражные схемы в кооперативных играх.

5. Модель бескоалиционной игры задачи захвата рынка сбыта

6. Теоретико-игровая модель планирования выпуска побочной продукции.

7. Теоретико-игровая модель неантагонистической конкуренции.

8. Ситуация равновесия по Нэщу в бескоалиционных и кооперативных играх.

9. Теоретико-игровая модель распределения дохода в кооперации

10. Модели динамического программирования в задачах с векторными доходами (конечное время).

11. Оптимальные стратегии управления цепью Маркова с векторными доходами.

12. Уравнения Колмогорова в системах массового обслуживания.

Распределение баллов между модулями и видами работ:
1-й модуль – 30 баллов (15 баллов текущая работа + 15 баллов контрольная работа);
2-й модуль – 30 баллов (15 баллов текущая работа + 15 баллов контрольная работа);
Промежуточная аттестация – 40 баллов.

VII. Материально-техническое обеспечение

Для аудиторной работы.

Учебная аудитория № 318 *170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35*	Набор учебной мебели, экран, проектор.

Для самостоятельной работы.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся: Компьютерный класс факультета ПМиК № 249 *170002, Тверская обл., г. Тверь, Садовый переулок, д.35*	Набор учебной мебели, компьютер, проектор.

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1.	3. Объем дисциплины	Выделение часов на практическую подготовку	От 29.10.2020 года, протокол № 3 ученого совета факультета
2.	II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	Выделение часов на практическую подготовку	От 29.10.2020 года, протокол № 3 ученого совета факультета
3.	3. Объем дисциплины. II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	Изменения в учебные планы и обновление рабочих программ практик, рабочих программ дисциплин в части включения часов практической подготовки.	Решение научно-методического совета (протокол №1 от 09.09.2020 г.).
4.	4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы	Изменения в учебные планы и в рабочие программы дисциплин, формирующих новые/измененные компетенции в соответствии с приказом Минобрнауки России от 26.11.2020 г. №1456.	Решение научно-методического совета (протокол №6 от 02.06.2021 г.)
5	I. Аннотация. IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации	Изменения в учебные планы и в рабочие программы дисциплин, формирующих новые/ измененные	Протокол № 7 заседания ученого совета от 30.12.2021 года

		компетенции в соответствии с приказом Минобрнауки России от 26.11.2020 г. № 1456	
6	V. Учебно-методическое и информационное обеспечение, необходимое для проведения практики 2) Программное обеспечение	Внесены изменения в программное обеспечение	От 29.09.2022 года, протокол № 2 ученого совета факультета
7	VII. Материально-техническое обеспечение	Внесены изменения в материально-техническое обеспечение аудиторий	От 29.09.2022 года, протокол № 2 ученого совета факультета
8	I. Аннотация 3. Объем дисциплины II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	Изменение часов лекций, практической и самостоятельной работы	От 29.12.2022 года, протокол №6 ученого совета факультета
9	VII. Материально-техническое обеспечение	Внесены изменения в материально-техническое обеспечение аудиторий	От 22.08.2023 г., протокол № 1 заседания ученого совета факультета
10	I. Аннотация.	Изменения в учебные планы и в рабочие программы дисциплин	Протокол № 6 заседания ученого совета от 29.12.2023 года
11.	3. Объем дисциплины. II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	Изменения в учебные планы и обновление рабочих программ дисциплин в части изменения количества з.е.	От 16.01.2025 г., протокол № 7 заседания ученого совета факультета