

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 09.09.2024 15:56:12
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:

Руководитель ООП:



Шаров Г.С. Шаров Г.С.
«28» 05 2024 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Оптимальное управление

Направление подготовки

02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование
информационных систем

Профиль подготовки

Математические основы информатики

Для студентов 4 курса очной формы обучения

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Составитель:

доцент кафедры КБиММУ

Шаповалова И.А.

Тверь 2024

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) является:

изучение методов построения и анализа оптимальных решений, численных методов и алгоритмов методов управления системами, имеющими обширные приложения в информационной и компьютерной безопасности, экономике, технике, компьютерных науках и других сферах.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение основных понятий теории оптимального управления, теории устойчивости, численных методов;
- уяснение методических основ использования теории оптимального управления в практических приложениях;
- овладение основными принципами решения прикладных оптимизационных задач.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Данная дисциплина входит в обязательную часть учебного плана. Для освоения дисциплины обучающийся должен владеть современными методами и средствами информационных технологий и необходимы компетенции, сформированные в процессе обучения дисциплин «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Методы вычислений», «Информатика и программирование», «Языки программирования». Знания и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются обучающимися при разработке курсовых и выпускных квалификационных работ.

3. Объем дисциплины: 2 зачетных единицы, 72 академических часа, **в том числе:**

контактная аудиторная работа: лекции 21 час, в т. ч. практическая подготовка 0 часов, практические занятия 14 часов, в т. ч. практическая подготовка 0 часов; **самостоятельная работа:** 37 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
---	---

<p>УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>УК-2.1 Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними УК-2.2 Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта УК-2.3 Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм УК-2.4 Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректирует способы решения задач</p>
<p>УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде</p>	<p>УК-3.1 Определяет свою роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели УК-3.2 При реализации своей роли в социальном взаимодействии и командной работе учитывает особенности поведения и интересы других участников УК-3.3 Анализирует возможные последствия личных действий в социальном взаимодействии и командной работе, и строит продуктивное взаимодействие с учётом этого УК-3.4 Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды; оценивает идеи других членов команды для достижения поставленной цели УК-3.5 Соблюдает нормы и установленные правила командной работы; несёт личную ответственность за результат</p>
<p>ОПК-3 Способен понимать и применять современные информационные технологии, в том числе отечественные, при создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения</p>	<p>ОПК-3.1 Освоил основные информационные технологии для разработки программ и программных комплексов ОПК-3.2 Применяет современные информационные технологии для разработки программных продуктов и программных комплексов ОПК-3.3 Применяет отечественное программное обеспечение при создании программных продуктов и комплексов</p>

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения зачет – 8 семестр.

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.)				Контроль самост работы (в т. ч. курс работа)	Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции		Практические занятия			
		всего	в т.ч. практич подгот	всего	в т.ч. практич подгот		
Тема 1. Задача линейного программирования. Постановка ЗЛП. Графическое решение ЗЛП. Двойственные ЗЛП. Симплекс-метод.	14	4		3			7
Тема 2. Прикладные ЗЛП и способы решения. Задача о распределении ресурсов. Транспортная задача. Задача о коммивояжере. Задача о кратчайшем пути.	13	4		2			7
Тема 3. Задачи нелинейного программирования. Необходимые и достаточные условия оптимальности в задачах нелинейного программирования.	10	3		2			5
Тема 4. Дискретная задача оптимального управления и методы ее решения. Необходимые и достаточные условия оптимальности. Методы внутренних и внешних штрафных функций.	10	3		2			5

Тема 5. Задача оптимального управления динамической системой. Постановка задачи. Принцип максимума Понтрягина. Краевая задача. Задачи с нефиксированным временем процесса, задачи быстрогодействия.	14	4		3			7
Тема 6. Методы аппроксимации задач оптимального управления дискретной задачей. Точность аппроксимации.	11	3		2			6
ИТОГО	72	21	0	14	0	0	37

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем (<i>в строгом соответствии с разделом II РПД</i>)	Вид занятия	Образовательные технологии
Тема 1. Задача линейного программирования	Лекция Практическое занятие	Традиционная лекция. Цифровые технологии.
Тема 2. Прикладные ЗЛП и способы решения.	Лекция Практическое занятие	Проблемная лекция, дискуссионные технологии. Цифровые технологии.
Тема 3. Задачи нелинейного программирования.	Лекция Практическое занятие	Традиционная лекция, дискуссионные технологии.
Тема 4. Дискретная задача оптимального управления и методы ее решения.	Лекция Практическое занятие	Традиционная лекция, дискуссионные и проектные технологии.
Тема 5. Задача оптимального управления динамической системой.	Лекция Практическое занятие	Традиционная лекция. Цифровые технологии.

Тема 6. Методы аппроксимации задач оптимального управления дискретной задачей.	Лекция Практическое занятие	Традиционная лекция. Цифровые технологии.
--	--------------------------------	--

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Задания для практических занятий

Задание 1. Найти решение задачи линейного программирования симплекс-методом.

$$2x_1 + x_2 - x_3 \rightarrow \max,$$

$$2x_2 - x_3 \leq 5,$$

$$x_1 + x_2 - x_3 \geq -1,$$

$$2x_1 - x_2 \leq -3,$$

$$x_1 \leq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$$

Задание 2. Решить графически задачу линейного программирования

$$f(x) = 3x_1 + 4x_2 \rightarrow \max,$$

$$2x_1 + 3x_2 \leq 9, 3x_1 + 2x_2 \leq 13,$$

$$x_1 - x_2 \leq 1, x_2 \leq 2,$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

Задание 3. Составить двойственную задачу для следующей задачи

$$f = x_1 - 2x_2 + x_3 - x_4 + x_5 \rightarrow \min,$$

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 + x_3 + 3x_4 - 2x_5 = 6, \\ 2x_1 + 3x_2 - 2x_3 - x_4 + x_5 \leq 4, \\ x_1 + 3x_3 - 4x_5 \geq 8, \end{cases}$$

переменные $x_1 \geq 0, x_3 \geq 0, x_5 \geq 0$, переменные x_2 и x_4 не имеют ограничения знака.

Задание 4. На предприятии из листов металла размером 5×10 м требуется выкраивать заготовки типа А и В, имеющие размеры соответственно 4×1 м и 2×3 м. Известны потребности в этих заготовках – нужно выкроить по 1600 заготовок каждого типа. Необходимо предложить такой план раскроя,

который позволил бы выполнить плановое задание с наименьшими затратами материала.

Задание 5. Имеется n предприятий A_1, A_2, \dots, A_m , производящих один и тот же продукт одного качества в количествах, равных соответственно a_1, a_2, \dots, a_n . Есть n потребителей этого продукта, находящихся в пунктах B_1, B_2, \dots, B_n , причём потребности их известны и равны b_1, b_2, \dots, b_n . Предполагается, что суммарный объём потребления равен суммарному объёму производства всех предприятий. Перевозка продукта от i -го предприятия к j -ому потребителю ведёт к затратам в размере c_{ij} за единицу продукции. Все величины c_{ij} считаются известными. Требуется рассчитать оптимальный план перевозок, то есть определить, сколько груза должно быть отправлено из каждого предприятия в каждый пункт потребления с минимальными транспортными издержками.

Задание 6. Имеется n городов. Заезжая в каждый из них только один раз, коммивояжер должен объехать все города и вернуться в исходный город. Каждый город соединен со всеми остальными. Известна матрица издержек при переезде из одного города в другой. Необходимо найти минимальный (в смысле издержек) замкнутый маршрут.

Задание 5. Решить задачу о скорейшем попадании объекта из заданной точки в начало координат. Задача имеет следующий вид:

$$T \rightarrow \inf$$

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 \\ \dot{x}_2 = -kx_1 - bx_2 + u \end{cases}$$

где $|u| \leq 1$,

$$x_1(0) = a_1, x_2(0) = b_1, x_1(T) = 0, x_2(T) = 0.$$

Задание 6. Построить краевую задачу принципа максимума для следующей задачи оптимального управления

$$\begin{aligned}
J(u) &= T \rightarrow \inf, \\
\dot{x}_1 &= x_2, \\
\dot{x}_2 &= -\alpha_1 x_2 - \beta_1 x_1 + u(t), \\
x_i(0) &= \xi_i, \quad x_i(T) = 0, \quad i = 1, 2, \\
|u(t)| &\leq 1, \quad t \in [0, T], \\
i &= \begin{cases} 1, & S(t, x_1, x_2) < 0, \\ 2, & S(t, x_1, x_2) \geq 0. \end{cases}
\end{aligned}$$

При анализе решения требуется исследовать количество переключений оптимального управления, построить краевую задачу принципа максимума, функцию Ляпунова, изобразить траекторию на фазовой плоскости, полагая $S(t, x) = x_i - M_i$, где M_i - заданные значения отклонения или скорости.

Задание 7. Построить численное решение следующей задачи оптимального управления и проанализировать зависимость решения от параметров задачи.

$$\begin{aligned}
J(u) &= T \rightarrow \inf, \\
\dot{x} &= A^\ell x + b^\ell u, \\
x(0) &= a, \quad x(T) = 0, \quad |u^i| \leq 1, \quad i = 1, 2, \\
\ell &= \begin{cases} 1, & S(t, x) < 0, \\ 2, & S(t, x) \geq 0, \end{cases}
\end{aligned}$$

где $B^\ell, A^\ell, \ell = 1, 2$ - матрицы размерности 2×2 , a - двумерный вектор, $S(t, x)$ - заданная поверхность переключения. Требуется исследовать оптимальное решение задачи в зависимости от собственных векторов матриц $A^\ell, \ell = 1, 2$, выбирая в качестве поверхности переключения следующие случаи: а) $x_1 + M_1 = 0$, б) $x_2 + M_2 = 0$, в) $\alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + M = 0$.

Задание 8. Электрическая или химическая нейронная модель взаимодействия нейронов описывается системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} \dot{x}_i(t) &= -\lambda [1 + R \exp(-x_i^2(t))] x_i(t) + \\ &+ \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n w_{ij}(t) (x_j(t) - x_i(t)), \text{ если } \sum_{i=1}^n x_i < M, \\ \dot{x}_i(t) &= 0, \text{ если } \sum_{i=1}^n x_i \geq M, \\ x_i(0) &= a_i, \quad i = \overline{1, n}, \\ |w_{ij}(t)| &\leq a_{ij}, \quad i, j = \overline{1, n}, \text{ п.в. } t \in [0, T], \end{aligned}$$

где $\psi_i(t), i = \overline{1, n}$ - заданные непрерывные функции, $\alpha_{ij}, \varphi_i, \varphi_j, M_i, \varphi_i, \varphi_j, \varphi_i, \varphi_j$ - заданные положительные параметры. Коэффициенты $w_{ij}(t), i, j = \overline{1, n}$, определяющие влияние i -го нейрона на j -й, выбираются из условия минимума функционала $J(w(\cdot))$, в котором подынтегральная функция выбирается в зависимости от программы обучения. Эта функция, характеризует общую энергию нейронной сети и корреляцию с заданным состоянием системы:

$$\begin{aligned} J(w) &= \int_0^T \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} w_{ij}^2(t) + \sum_{i=1}^n \varphi_i (x_i(t) - \psi_i(t))^2 \right] dt + \\ &+ \sum_{i=1}^n M_i (x_i(T) - A_i)^2 + \sum_{i=1}^n c_i x_i(T) \end{aligned}$$

Построить краевую задачу принципа максимума для данной модели нейронной сети.

Задание 9. Выписать дискретную аппроксимацию непрерывной задачи, моделирующей процесс погашения эпидемии в неоднородном сообществе.

$$\begin{aligned} \Phi_k(x, u) &= \int_0^T [x_1 + x_2 + d(u_1 + u_2)] dt + \int_0^T A_k(\max\{-x_1; 0\})^{2r} dt + \\ &+ \int_0^T B_k(\max\{-x_2; 0\})^{2r} dt + C_k(\max\{-x_1(T); 0\})^{2r} + D_k(\max\{-x_2(T); 0\})^{2r} \rightarrow \inf, \\ \begin{cases} \dot{x}_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 - u_1, \\ \dot{x}_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 - u_2, \end{cases} & \quad x_i(0) = x_{0i}, \quad i = 1, 2; \end{aligned}$$

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Примеры заданий для проведения промежуточной аттестаций в форме экзамена

Обучающийся решает практическое задание и отвечает на теоретические вопросы.

Способ проведения промежуточной аттестации: письменное решение.

Пример итоговой проверочной работы.

1. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Теорема о седловой точке.

2. Постановка задач оптимального управления. Примеры.

3. Составить двойственную задачу для следующей задачи

$$f = x_1 - 2x_2 + x_3 - x_4 + x_5 \rightarrow \min.$$

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 + x_3 + 3x_4 - 2x_5 = 6, \\ 2x_1 + 3x_2 - 2x_3 - x_4 + x_5 \leq 4, \\ x_1 + 3x_3 - 4x_5 \geq 8, \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_3 \geq 0, x_5 \geq 0.$$

переменные

переменные

$$x_2 \quad \text{и} \quad x_4$$

не имеют

ограничения знака.

Критерии оценивания и шкала оценивания:

Максимально возможное количество баллов – 40 баллов, при этом начисление баллов производится следующим образом:

Самостоятельно выполнено верно 85 - 100 % от всех заданий. Ответ на вопросы демонстрирует знание и корректное использование теоретического материала. Факты и примеры в полном объеме обосновывают выводы. Имеется полное верное решение задачи, включающее правильный ответ – 30 - 40 баллов;

Самостоятельно выполнено верно 75 - 84% от всех заданий. Ответ на вопросы демонстрирует знание и корректное использование теоретического материала. Ответ не содержит фактических ошибок. Дано верное решение задачи, но в решении имеются неверные записи И/ИЛИ арифметические ошибки – 20 - 30 баллов;

Самостоятельно выполнено верно 50 - 74% заданий. Ответ на вопросы демонстрирует знание теоретического материала. Решение содержит фактические ошибки, не искажающие общего смысла. – 10 - 20 баллов;

Выполнено верно менее 50% заданий. В ответе преобладают рассуждения общего характера И/ИЛИ содержит существенные фактические ошибки, искажающие смысл. Решение не дано ИЛИ дано неверное решение – 0 – 10 баллов.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература

1. Алюшин, В. М. Методы оптимального управления : учебное пособие / В. М. Алюшин, Л. В. Колобашкина. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2020. — 176 с. — ISBN 978-5-7262-2695-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175406>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Эпштейн, Г. Л. Теория оптимального управления : учебное пособие / Г. Л. Эпштейн, А. П. Иванова. — Москва : РУТ (МИИТ), 2020. — 128 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175959>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Певзнер, Л. Д. Теория систем управления : учебное пособие / Л. Д. Певзнер. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 424 с. — ISBN 978-5-8114-1566-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная

система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168877>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература

1. Андреева Е. А. Оптимальное управление динамическими системами. Ч. 1, 2. Тверь, 2016.
2. Андреева Е.А., Бенке Х. Оптимизация управляемых систем. Тверь, 2015
3. Андреева Е.А., Цирулева В.М. Оптимальное управление. Тверь, 2016
4. Андреева Е.А. Семькина Н.А. Оптимальное управление Тверь, 2010.
5. Андреева Е.А., Цирулёва В.М. Вариационное исчисление и методы оптимизации Высшая школа. Москва .2006
6. Андреева Е.А. Оптимизация нейронных сетей Тверь2008
7. Андреева Е.А., Цирулёва В.М. Дискретная оптимизация: Учеб. пособие с грифом УМО. Тверь: ТвГУ, 2002.
8. Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В. Оптимальное управление. Москва, «Наука», 1979.
9. Васильев Ф.П. Численные методы оптимизации. Москва, 1998.
10. Математические методы управления, сборник научных трудов, Тверь, 2010-2017.
11. Андреева Е.А., Цирулева В.М. Численные методы решения экстремальных задач. Учебное пособие. Рекомендовано УМО, 2004.
12. Андреева Е.А., Колмановский Л.Е., Шайхет Л.Е. Управление системами с последействием. М., Наука, 1992.
13. Евтушенко Ю.Г. Методы решения экстремальных задач и их применение в системах оптимизации. М., Наука. 1982.
14. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование. М., Наука, 1976.
15. Андреева Е.А., Семина Ю.В. Принцип максимума для задач с нефиксированным временем. Метод. разработка ТГУ, 2002.
16. Гурман В.И. Основы макроэкономического анализа. ТвГУ, 1995.
17. Цыганков В.Д. Нейрокомпьютер и его применение. М., 1993.

18. Андреева Е.А., Болодурина И.П. Приложение нейронных сетей в математическом моделировании. Оренбург, ОГУ, 2009.
19. Андреева Е.А., Болодурина И.П. и др. Математическое моделирование и оптимальное управление. Оренбург, ОГУ, 2009.
20. Андреева Е. А., П. В. Кратович. **Оптимизация нейронных сетей : учебное пособие /;** М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВО "Твер. гос. ун-т". - Тверь : Тверской государственной университет, 2015. Ссылка на ресурс: <http://texts.lib.tversu.ru/texts/10362ogl.pdf>

2) Программное обеспечение

а) Лицензионное программное обеспечение

- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №956 от 18 октября 2018 г.

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

- Adobe Reader XI
- Any Video Converter 5.9.0
- Google Chrome
- WinDjView 2.0.2

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com ;
2. ЭБС «ЮРАИТ» www.biblio-online.ru ;
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/> ;
4. ЭБС IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru> /;
5. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>;
6. ЭБС VOOK.ru <https://www.book.ru/>
7. ЭБС ТвГУ <http://megapro.tversu.ru/megapro/Web>
8. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы) https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp? ;
9. Репозиторий ТвГУ <http://eprints.tversu.ru>

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Автоматика и телемеханика. Режим доступа:
<http://elibrary.ru/contents.asp?issuesid=1512676>
2. Известия РАН. Теория и системы управления. Режим доступа:
<http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7830>
3. Научный портал Membrana <http://www.membrana.ru/>
4. Популярный сайт о фундаментальной науке Элементы -
<http://elementy.ru/>
5. Новости науки и техники <http://sci-lib.com/>

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

1. Работа с учебными пособиями. Для полноценного усвоения курса студент должен, прежде всего, овладеть основными понятиями этой дисциплины. Необходимо усвоить определения и понятия, уметь приводить их точные формулировки, приводить примеры объектов, удовлетворяющих этому определению. Кроме того, необходимо знать круг фактов, связанных с данным понятием. Требуется также знать связи между понятиями, уметь устанавливать соотношения между классами объектов, описываемых различными понятиями.

2. Самостоятельное изучение тем. Самостоятельная работа студента является важным видом деятельности, позволяющим хорошо усвоить изучаемый предмет и одним из условий достижения необходимого качества

подготовки и профессиональной переподготовки специалистов. Она предполагает самостоятельное изучение студентом рекомендованной учебно-методической литературы, различных справочных материалов, написание рефератов, выступление с докладом, подготовку к практическим занятиям, работу над проектом, подготовку к экзамену.

3. Подготовка к практическим занятиям. При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется следовать методическим рекомендациям по работе с учебными пособиями, приведенным выше.

4. Составление глоссария. В глоссарий должны быть включены основные понятия, которые студенты изучают в ходе самостоятельной работы. Для полноты исследования рекомендуется вписывать в глоссарий и те термины, которые студентам будут раскрыты в ходе практических занятий и самостоятельной работы.

5. Составление конспектов. В конспекте отражены основные понятия темы. Для наглядности и удобства запоминания использованы схемы и таблицы.

6. Подготовка к зачету / экзамену. При подготовке к зачету / экзамену студенты должны использовать как самостоятельно подготовленные конспекты, так и материалы, полученные в результате контактной работы. Для получения зачета по дисциплине необходимо решить минимум 51% тестовых заданий (минимальная оценка – удовлетворительно), при решении меньшего количества заданий зачет считается не сданным.

Тематика курсовых работ и методические рекомендации по их написанию

1. Задачи оптимизации применительно к фильтрации сигналов.
2. Задачи оптимизации в программировании.
3. Задачи оптимизации в информационном противоборстве.
4. Оптимальное траекторное управление, задача перехвата.
5. Оптимальное управление в режиме реального времени.

6. Оптимальное управление по критерию минимальной обобщенной работы.
7. Оптимальное управление по критерию наибольшего быстродействия.
8. . Применение динамических систем к исследованию нелинейных задач.
9. Анализ распространения информации в социальных сетях.
10. Моделирование транспортных потоков.
11. Применение методов усреднения к исследованию предельного поведения оптимального управления в краевой задаче для обыкновенного дифференциального уравнения с быстро осциллирующими коэффициентами.
- 12.. Применение методов построения эффективных (усредненных) математических моделей и применение их к краевой задаче для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка с быстро осциллирующими коэффициентами.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестаций в форме экзамена

1. Допустимое множество и целевая функция. Формы записи задач математического программирования.
2. Классификация задач математического программирования.
3. Постановка задачи линейного программирования. Стандартная и каноническая формы записи.
4. Графическое решение задачи линейного программирования, особые случаи решения ЗЛП.
5. Допустимые множества и оптимальные решения задач линейного программирования. Выпуклые множества. Крайние точки и крайние лучи выпуклых множеств.
6. Теоремы об отделяющей, опорной и разделяющей гиперплоскости. Представление точек допустимого множества задачи линейного программирования через крайние точки и крайние лучи.

7. Условия существования и свойства оптимальных решений задачи линейного программирования. Опорные решения системы линейных уравнений и крайние точки множества допустимых решений.
8. Симплекс метод, исследование случаев неразрешимости.
9. Основы теории двойственности в линейном программировании. Локальный и глобальный экстремум.
10. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Теорема о седловой точке.
11. Необходимые условия экстремума дифференцируемой функции на выпуклом множестве. Необходимые условия Куна-Таккера.
12. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа. Выпуклые функции и их свойства. Задание выпуклого множества с помощью выпуклых функций.
13. Постановка задачи выпуклого программирования и формы их записи. Простейшие свойства оптимальных решений.
14. Необходимые и достаточные условия экстремума дифференцируемой выпуклой функции на выпуклом множестве и их применение.
15. Специальные задачи линейной оптимизации. Классическая транспортная задача, ее модификации.
16. Задача о назначениях, особые случаи задачи о назначениях.
17. Общая задача нелинейного программирования. Основные понятия и общие сведения о методах реализации моделей нелинейного программирования.
18. Функция Лагранжа для задачи нелинейного программирования. Необходимые и достаточные условия локальной оптимальности в задаче нелинейного программирования.
19. Общие сведения о задачах выпуклого и динамического программирования.
20. Методы управления ресурсами. Основные системы управления ресурсами.

21. Постановка и основные параметры задачи управления ресурсами. Классическая модель управления ресурсами без дефицита (формула Уилсона) и с допущением дефицита.
22. Задачи целочисленного линейного программирования. Методы отсечения Гомори. Метод ветвей и границ.
23. Задача о назначениях. Венгерский алгоритм.
24. Задачи оптимизация на сетях и графах. Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений.
25. Постановка задач оптимального управления. Примеры.
26. Ограничения на траекторию и управление. Совместные ограничения.
27. Задачи со свободным правым концом и фиксированным временем. Необходимые условия оптимальности.
28. Необходимые условия оптимальности в линейно-квадратичной задаче. Построение оптимального управления.
29. Метод множителей Лагранжа.
30. Принцип максимума Понтрягина в задаче Майера.
31. Задача Больца.
32. Необходимые условия оптимальности для линейных по скалярному управлению систем.
33. Задачи оптимального управления и изопериметрическими ограничениями.
34. Управление экологическими системами. Модель Лотки- Вольтерра.
35. Задача об оптимальном быстродействии.
36. Управляемость линейных стационарных систем.
37. Управляемость линейных нестационарных систем.
38. Уравнение Беллмана и его свойства. Связь метода динамического программирования и принципа максимума.
39. Вычислительная схема метода динамического программирования.
40. Линейно-квадратичная задача.
41. Стабилизация линейных систем.

42. Стабилизация квазилинейных систем.
43. Особые оптимальные управления. Пример.
44. Скользящие оптимальные режимы. Пример.
45. Классификация численных методов безусловной оптимизации. Скорости сходимости.
46. Методы первого порядка. Градиентные методы.
47. Методы второго порядка. Метод Ньютона и его модификации.
48. Основные подходы к решению задач с ограничениями. Классификация задач и методов.
49. Методы проектирования. Метод проекции градиента. Метод условного градиента.
50. Методы сведения задач с ограничениями к задачам безусловной оптимизации.

Требования к рейтинг-контролю для студентов очной формы обучения

Текущая работа студентов оценивается в 100 баллов, которые распределяются между двумя модулями (периодами обучения) следующим образом:

Модуль (период обучения)	Максимальная сумма баллов в модуле	Максимальная сумма баллов за работу на практических и лабораторных занятиях	Максимальный балл за рейтинговую контрольную работу
1	30	20	10
2	30	20	10

Правила формирования рейтинговой оценки и шкалу пересчета рейтинговых баллов в оценку на экзамене см. в «Положении о рейтинговой системе обучения в ТвГУ»:

[https://www.tversu.ru/sveden/files/Pologhenie_o_reytingovoy_sisteme_obucheniya\(1\).pdf](https://www.tversu.ru/sveden/files/Pologhenie_o_reytingovoy_sisteme_obucheniya(1).pdf)

VII. Материально-техническое обеспечение

Учебный процесс по данной дисциплине проводится в аудиториях, оснащенных мультимедийными средствами обучения. Для организации

самостоятельной работы студентов необходимо наличие персональных компьютеров с доступом в Интернет.

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Учебная аудитория. Математический кабинет № 213 (Корпус 3, 170002, Тверская обл., г.Тверь, пер. Садовый, дом 35)</p>	<p>Набор учебной мебели, меловая доска, Переносной ноутбук, Компьютер:(процессор Core i5-2400+монитор LC E2342T (10шт.) Графопроектор, мультимедийный комплект учебного класса (вариант № 1) Проектор Casio XJ-M140, кронштейн, кабель, удлинитель, настенный проекц. экран Lumien 180*180.</p>	<p>Google Chrome бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г Lazarus 1.4.0 бесплатно MiKTeX 2.9 бесплатно MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK бесплатно MySQL Workbench 6.3 CE бесплатно NetBeans IDE 8.0.2 бесплатно Notepad++ бесплатно Origin 8.1 Sr2 договор №13918/M41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»; PostgreSQL 9.6 бесплатно Python 3.4.3 бесплатно</p>

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	I - IX	Корректировка всех разделов в соответствии с новым стандартом	15.05.2017
2.	V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	Обновление списка литературы.	2018
3.	VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	Корректировка планов лабораторных занятий и методических рекомендаций к ним.	2019
4.	V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	Обновление списка литературы. Обновление ссылок из ЭБС.	2020

5.	I - VIII	Корректировка всех разделов в соответствии с новым стандартом	Протокол № 10 от 29.06.2021
----	----------	---	-----------------------------