

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета факультета математики,
информационных и авиационных технологий
от «21» мая 2024 г., протокол №_5/24

Председатель _____ / М.А. Волков
«21» мая 2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Методы многокритериальной оптимизации
Факультет	Факультет математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра	Кафедра математического моделирования технических систем
Курс	2 - очная форма обучения

Направление (специальность): 27.04.03 Системный анализ и управление

Направленность (профиль/специализация): Интегрированные системы управления производством

Форма обучения: очная

Дата введения в учебный процесс УлГУ: 01.09.2024 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	КАФЕДРА	Должность, ученая степень, звание
Санников Игорь Алексеевич	Кафедра математического моделирования технических систем	Заведующий кафедрой, Кандидат физико-математических наук, Доцент

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины:

Дисциплина «Методы многокритериальной оптимизации» продолжает курс «Математическое моделирование в авиастроении» которая ознакомила студентов с общими принципами и методами математического моделирования, в направлении решения одной из главных прикладных задач – задачи принятия решений в условиях нескольких конфликтующих критериев.

Предметом изучения являются - принципы работы методов многокритериальной оптимизации, сравнительная оценка методов и критерии для выбора метода многокритериальной оптимизации и анализ конкретных примеров из практики многокритериальной оптимизации.

Цель курса «Методы многокритериальной оптимизации» – заложить в студентах знания и умения в области решения задач многокритериальной оптимизации; обеспечить им понимание фундаментальных концепций в методах решения таких задач; привить им практические навыки и углубить способность разбираться в приложениях теории.

Названная дисциплина будет использована студентами при изучении отдельных дисциплин профессионального цикла, при выполнении научно-исследовательской работы магистра и в дальнейшей практической деятельности после выпуска из магистратуры.

Задачи освоения дисциплины:

Охватить изучением основные разделы дисциплины:

1. Введение в задачи многокритериальной оптимизации и доминирование.
2. Скалярные методы.
3. Интерактивные методы.
4. Нечёткие методы.
5. Средства поддержки решений.
6. Измерение показателей качества.
7. Классификация методов многокритериальной оптимизации.
8. Анализ примеров многокритериальной оптимизации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Методы многокритериальной оптимизации» относится к числу дисциплин блока Б1.О, предназначенного для студентов, обучающихся по направлению: 27.04.03 Системный анализ и управление.

В процессе изучения дисциплины формируются компетенции: ОПК-1, ОПК-4.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении таких дисциплин как: Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Проектная деятельность, Научно-исследовательская работа.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-4 Способен осуществлять оценку эффективности технических систем методами системного анализа и управления	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - фундаментальные принципы работы методов многокритериальной оптимизации; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - объяснять отличительные особенности методов многокритериальной оптимизации; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализом практических задач пригодности методов многокритериальной оптимизации для различных приложений – в технике, управлении и технологиях.
ОПК-1 Способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах на основе ранее приобретенных знаний	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - базовые классические модели профессиональной деятельности; - основные математические методы, используемые при исследовании; - современный уровень развития технологий; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - реализовывать декомпозицию исследуемой системы, формировать систему рабочих гипотез (постулатов) модели и построить содержательную модель. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами построения математических моделей в сфере профессиональной деятельности; - современным прикладным программным обеспечением при исследовании.

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего): 5 ЗЕТ

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах): 180 часов

Форма обучения: очная

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения <u>очная</u>)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		4
1	2	3
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	54	54
Аудиторные занятия:	54	54
Лекции	18	18
Семинары и практические занятия	36	36
Лабораторные работы, практикумы	-	-

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения <u>очная</u>)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		4
1	2	3
Самостоятельная работа	90	90
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	Тестирование, Устный опрос	Тестирование, Устный опрос
Курсовая работа	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Экзамен (36)	Экзамен
Всего часов по дисциплине	180	180

4.3. Содержание дисциплины. Распределение часов по темам и видам учебной работы

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	8
Раздел 1. Введение.							
Тема 1.1. Методы многокритериальной оптимизации.	72	9	18	0	0	45	Тестирование, Устный опрос
Тема 1.2. Анализ примеров многокритериальной оптимизации.	72	9	18	0	0	45	Тестирование, Устный опрос
Итого подлежит изучению	144	18	36	0	0	90	

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Введение.

Тема 1.1. Методы многокритериальной оптимизации.

Классификация методов многокритериальной оптимизации. Множественность решений. Доминирование. Соотношения, выведенные из доминирования. Поверхность компромисса. Скалярные методы. Интерактивные методы. Нечёткие методы. Средства поддержки решения. Измерение качества решения.

Тема 1.2. Анализ примеров многокритериальной оптимизации.

Оценка качества программного средства в задаче моделирования промышленного процесса. Исследование предполагаемого расширения телекоммуникационной сети. Средства многокритериального решения о рассмотрении или отказе от ценового предложения.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1.1. Методы многокритериальной оптимизации.

Вопросы к теме:

Очная форма

1. Соотношения, выведенные из доминирования.
2. Поверхность компромисса.
3. Метод компромисса.
4. Симплекс-метод.
5. Параллели нечёткой логики с классической логикой.
6. Задача декомпозиции в оптимизации.
7. Генетические алгоритмы.

Очно-заочная форма

1. Соотношения, выведенные из доминирования.
2. Поверхность компромисса.
3. Метод компромисса.
4. Симплекс-метод.
5. Параллели нечёткой логики с классической логикой.
6. Задача декомпозиции в оптимизации.
7. Генетические алгоритмы.
8. Введение в средства поддержки решений.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

9. Отношение ошибки.

Тема 2.2. Анализ примеров многокритериальной оптимизации.

Вопросы к теме:

Очная форма

1. Введение в средства поддержки решений.
2. Отношение ошибки.
3. Функция Деба.
4. Функция Ханна.
5. «Математическая» классификация методов.
6. «Иерархическая» классификация методов
7. Описание задачи.
8. Анализ решения задачи.
9. Выбор критерия.
10. Модель первой генерации.

Очно-заочная форма

1. Соотношения, выведенные из доминирования.
2. Поверхность компромисса.
3. Метод компромисса.
4. Симплекс-метод.
5. Параллели нечёткой логики с классической логикой.
6. Задача декомпозиции в оптимизации.
7. Генетические алгоритмы.
8. Введение в средства поддержки решений.
9. Отношение ошибки.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ, ЗАЧЕТУ

Вопросы к экзамену

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

1. Классификация методов многокритериальной оптимизации.
2. Множественность решений.
3. Доминирование.
4. Соотношения, выведенные из доминирования.
5. Поверхность компромисса.
6. Метод Кини-Райффы.
7. Метод компромисса.
8. Гибридные методы.
9. Лексикографический метод.
10. Метод Фанделя.
11. STEM-метод.
12. Метод Жоффриона.
13. Симплекс-метод.
14. Параллели нечёткой логики с классической логикой.
15. Функция принадлежности.
16. Метод Сакавы.
17. Метод Реордона.
18. Задача декомпозиции в оптимизации.
19. Метод отжига.
20. Табу-поиск.
21. Генетические алгоритмы.
22. Средства поддержки решений.
23. Отношения порядка и эквивалентности.
24. Отношения предпочтения.
25. Различные методы поддержки решений.
26. Отношение ошибки.
27. Обобщённое расстояние.
28. Волновые метрики.
29. Метрика Зицлера
30. Метрика Лаумана.
31. Функция Деба.
32. Функция Ханна.
33. «Математическая» классификация методов.
34. Средства многокритериального решения о рассмотрении или об отказе от ценового предложения.
35. Исследование предполагаемого расширения телекоммуникационной сети.
36. Оценка качества программного средства в задаче моделирования промышленного процесса.

Вопросы к зачету

1. Классификация методов многокритериальной оптимизации.
2. Множественность решений.
3. Доминирование.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

4. Соотношения, выведенные из доминирования.
5. Поверхность компромисса.
6. Метод Кини-Райффы.
7. Метод компромисса.
8. Гибридные методы.
9. Лексикографический метод.
10. Метод Фанделя.
11. STEM-метод.
12. Метод Жоффриона.
13. Симплекс-метод.
14. Параллели нечёткой логики с классической логикой.
15. Функция принадлежности.
16. Метод Сакавы.
17. Метод Реордона.
18. Задача декомпозиции в оптимизации.
19. Метод отжига.
20. Табу-поиск.
21. Генетические алгоритмы.
22. «Математическая» классификация методов.
23. «Иерархическая» классификация методов.
24. Средства поддержки решений.
25. Отношения порядка и эквивалентности.
26. Отношения предпочтения.

27. Различные методы поддержки решений.

28. Отношение ошибки.

29. Обобщённое расстояние.

30. Волновые метрики.

31. Метрика Зицлера

32. Метрика Лаумана.

33. Функция Деба.

34. Функция Ханна.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019г.).

По каждой форме обучения: очная/заочная/очно-заочная заполняется отдельная таблица

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др).	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
Раздел 1. Введение.			
Тема 1.1. Методы многокритериальной оптимизации.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	45	Тестирование, Оценивание выполнения задания, Вопросы к экзамену
Тема 1.2. Анализ примеров многокритериальной оптимизации.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины.	45	Тестирование, Оценивание выполнения задания, Вопросы к экзамену

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная

1. Сухарев Алексей Григорьевич. Методы оптимизации : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. - 3-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 367 с. - (Бакалавр и магистр. Академический курс). - URL: <https://urait.ru/bcode/507818> (дата обращения: 29.03.2022). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - Электрон. дан. - ISBN 978-5-9916-3859-3 : 1049.00. / .— ISBN 0_403367

2. Гончаров Виктор Анатольевич. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / В. А. Гончаров. - Москва : Юрайт, 2022. - 191 с. - (Бакалавр и магистр. Академический курс). - URL: <https://urait.ru/bcode/508129> (дата обращения: 29.03.2022). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - Электрон. дан. - ISBN 978-5-9916-3642-1 : 609.00. / .— ISBN 0_402956

дополнительная

1. Методы оптимизации. Задачник : Учебное пособие для вузов / Токарев В. В., Соколов А. В., Егорова Л. Г., Мышкис П. А. - Москва : Юрайт, 2022. - 292 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/494983> (дата обращения: 24.01.2022). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - Электрон. дан. - ISBN 978-5-534-10417-2 : 929.00. / .— ISBN 0_311343

2. Дуюн, Т. А. Задачи принятия решений и оптимизации в машиностроении : учебное пособие / Т. А. Дуюн, Д. С. Баранов. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2018. - 99 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - Текст. - Весь срок охраны авторского права. - электронный. - Электрон. дан. (1 файл). - URL: <http://www.iprbookshop.ru/92249.html>. - Режим доступа: ЭБС IPR BOOKS; для авторизир. пользователей. - ISBN 2227-8397. / .— ISBN 0_152389

3. Методы оптимизации : Учебник и практикум Для бакалавриата и магистратуры / Васильев Ф. П., Потапов М. М., Будак Б. А., Артемьева Л. А. ; под ред. Васильева Ф.П. - Москва : Юрайт, 2017. - 375 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/399534> (дата обращения: 26.10.2021). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. - Электрон. дан. - ISBN 978-5-534-01104-3 : 889.00. / .— ISBN 0_277710

учебно-методическая

1. Санников И. А. Методы многокритериальной оптимизации : методические указания для семинарских (практических) занятий, лабораторного практикума и самостоятельной работы студентов магистратуры всех направлений подготовки факультета математики, информационных и авиационных технологий / И. А. Санников ; УлГУ, ФМИиАТ. - 2023. - Неопубликованный ресурс. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/15351>. - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст :

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

электронный. / .— ISBN 0_520049.

б) Программное обеспечение

- Операционная система "Альт образование"
- Офисный пакет "Мой офис"

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2024]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2024]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2024]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2024]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2024]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2024]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС **Znanium.com** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2024]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2024].

3. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2024]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2024]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

6. Электронная библиотечная система УлГУ : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций (*выбрать необходимое*)

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для представления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе:

- Мультимедийное оборудование: компьютер/ноутбук, экран, проектор/телевизор
- Компьютерная техника

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Ф – Рабочая программа дисциплины	Форма	
--	-------	--

дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик	Заведующий кафедрой Кандидат физико-математических наук, Доцент	Санников Игорь Алексеевич
	Должность, ученая степень, звание	ФИО