

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 07.09.2023 10:56:02

Уникальный идентификатор:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения

/Е.В.Сафонов

2022г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математические методы оптимизации в технике»

Направление подготовки
15.04.01 «Машиностроение»

Профиль подготовки:
**Комплексные высокоэффективные
технологии машиностроения**

Квалификация (степень) выпускника:
Магистр

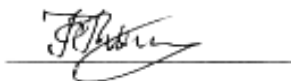
Форма обучения
Очная

Москва 2022 г.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки магистров **15.04.01 «Машиностроение»**. **Магистерская программа: Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения**

Программу составил:

Доц., к.ф.-м.н.



/Е.А. Коган/

Программа дисциплины **«Математические методы оптимизации в технике»** по специальности **15.04.01 «Машиностроение»** и профилю подготовки **«Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения»** утверждена на заседании кафедры «Математика»

«31» 05. 2022 г. протокол № 11

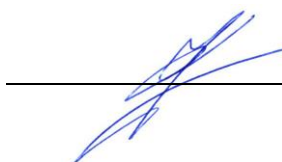
Заведующий кафедрой
д.ф.-м.н.



/С.Н. Андреев/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по специальности **15.04.01 «Машиностроение»**, и профилю подготовки **«Комплексные высокоэффективные технологии машиностроения»**

проф., д.т.н.



/М.В. Вартанов/

«12» сентября 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения
«13» сентября 2022 г. протокол № 14-22

Председатель комиссии



/А.Н. Васильев/

Присвоен регистрационный номер

15.04.01.01/03.2022/006

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Математические методы оптимизации в технике» следует отнести:

- воспитание у магистрантов общей математической культуры;
- приобретение магистрантами широкого круга математических знаний, умений и навыков;
- развитие способности магистрантов к индуктивному и дедуктивному мышлению наряду с развитием математической интуиции;
- умение магистрантами развивать навыки самостоятельного изучения учебной и научной литературы, содержащей математические сведения и результаты;
- формирование у магистранта требуемого набора компетенций, соответствующих его направлению подготовки и обеспечивающих его конкурентоспособность на рынке труда.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Математические методы оптимизации в технике» следует отнести:

- изучение основных методов одномерной и многомерной оптимизации;
 - изучение элементов линейного и нелинейного программирования;
 - изучение методов многокритериальной оптимизации и моделирования многошаговых процессов;
 - ознакомление с оптимизацией на графах;
 - изучение простейших задач вариационного исчисления;
 - освоение магистрантами основных понятий, методов, формирующих общую математическую подготовку, необходимую для успешного решения прикладных задач;
- формирование у магистранта требуемого набора компетенций, соответствующих его направлению подготовки и обеспечивающих его конкурентоспособность на рынке труда.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистрата

Дисциплина «Математические методы оптимизации в технике» относится к дисциплинам обязательной части блока 1.

Ее изучение обеспечивает изучение дисциплин:

В обязательной части:

- математическое моделирование машин и процессов в машиностроении;
- компьютерные технологии и моделирование в машиностроении;
- методы алгоритмы с средства исследования для решения изобретательских задач;

научные критерии выбора и методы исследования материалов;
алгоритмизация и модульное программирование.

В части, формируемой участниками образовательных отношений:

автоматизация проектирования технологических процессов;
надежность и диагностика технологических систем.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-5	способностью разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем технологических процессов	<p>знать: основные методы одномерной минимизации; основные методы многомерной оптимизации с ограничениями и без ограничений; линейное и динамическое программирование; методы многокритериальной оптимизации и основные принципы построения алгоритмов их решения</p> <p>уметь: использовать постановки задач и методы математического моделирования и оптимизации для решения прикладных задач</p> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • способностью применять современные аналитические и численные методы для разработки математических моделей машин, приводов, оборудования, систем технологических процессов..

4. Структура и содержание дисциплины

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 2
Общая трудоемкость	108 (3 з.е.)	108 (3 з.е.)

Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
-лекции	36	36
-практические занятия	18	18
-лабораторные занятия	Нет	Нет
Самостоятельная работа	54	54
Курсовая работа	Нет	Нет
Курсовой проект	Нет	Нет
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетные единицы, т.е. **108** академических часов (из них **54** часа – самостоятельная работа магистрантов).

Дисциплина «Математические методы оптимизации в технике» изучается во втором семестре. При этом на лекции выделяются **36** часов, на практические занятия **18** часов, форма контроля: зачет.

Структура и содержание дисциплины «Математические методы оптимизации в технике» по срокам и видам работы отражены в Приложении.

Содержание разделов дисциплины

Тема 1. *Общая постановка задачи оптимизации и основные положения.*

Общая постановка задачи оптимизации и основные понятия (критерия оптимальности, целевой функции). Классификация методов оптимизации.

Тема 2. Одномерные задачи оптимизации для целевых функций, заданных аналитически или на отрезке в дискретном множестве точек. Методы пассивного и последовательного поиска. Методы золотого сечения и половинного деления.

Тема 3. Многомерные задачи безусловной оптимизации. Метод покоординатного спуска. Градиентные методы. Проблемы оврагов и многоэкстремальности.

Тема 4. Линейное программирование. Общая постановка задачи линейного программирования. Приведение стандартной задачи линейного программирования к канонической. Графический метод решения задачи линейного программирования. Задачи целочисленного программирования. Симплекс-метод и симплекс-таблицы. Транспортная задача. Методы северо-западного угла и потенциалов. Принцип двойственности в задачах линейного программирования.

Тема 5. Нелинейное программирование. Аналитическое решение задач условной оптимизации – метод неопределенных множителей Лагранжа. Численные методы, их классификация. Метод штрафных функций.

Динамическое программирование. Моделирование многошаговых процессов. Задача об оптимальном распределении ресурсов. Построение рекуррентных соотношений. Принцип оптимальности Беллмана.

Тема 6. Методы многокритериальной оптимизации. Метод последовательных уступок. Метод формирования обобщенного критерия. Аддитивная и мульти-

пликативная свертки частных критериев. Обобщенная функция желательности Харрингтона. Метод главного критерия. Метод идеальной точки: понятия множества Парето, точки утопии, идеальной точки.

Тема 7. Вариационные методы. Основные понятия. Вариационные задачи поиска безусловного экстремума. Вариационные задачи на условный экстремум. Постановка задачи оптимального управления.

Тема 8. Элементы теории графов. Экстремальные графы. Задача о кратчайшем пути. Алгоритм Краскала.

Тема 9. Основные принципы планирования экстремальных экспериментов. Методы обработки экспериментальных данных, применяемые для составления интерполяционных моделей объектов и нахождения экстремумов .

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Методика преподавания дисциплины «Математические методы оптимизации в технике» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривают использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетно-графических работ;

- привлечение лучших магистрантов к консультированию отстающих.

– организация и проведение текущего контроля знаний магистрантов в форме бланкового тестирования;

итоговый контроль состоит в устном экзамене с учетом результатов выполнения самостоятельных работ.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Математические методы оптимизации в технике» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 67 % от объема аудиторных занятий.

Проведение занятий предусматривается также в lms.mospolytech.ru с использованием разработанных кафедрой «Математика» электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по:

- по математическому анализу;
- по функциям нескольких переменных;
- по дискретной математике;
- по вариационному исчислению.

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

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы магистрантов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- две расчетно-графические работы.

Расчетно-графическая работа №1. Основные методы безусловной и условной оптимизации.

Содержание работы. Нахождение градиента, исследование на экстремум функций нескольких переменных, нахождение условного экстремума функции.

Расчетно-графическая работа №2. Основные задачи линейного программирования.

Содержание работы. Приведение к каноническому виду, решение графическим методом и симплекс – методом задач линейного программирования. Решение транспортной задачи.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового тестирования для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, прием РГР.

Образцы тестовых заданий, заданий РГР, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов приведены в Приложении 2.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Математические методы оптимизации в технике»

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции

Код Компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-5	способностью разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем технологических процессов.

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплины в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине.

ОПК-5 способность разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем технологических процессов.		
Показатель	Не зачтено	Зачтено
знать: основные методы одномерной минимизации; основные методы многомерной оптимизации с ограничениями и без ограничений; линейное и динамическое программирование; методы многокритериальной оптимизации и основные принципы построения алгоритмов их решения	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний контролируемых разделов математики: не способен аргументированно и последовательно излагать материал, неправильно отвечает на дополнительные вопросы или затрудняется с ответом	Обучающийся демонстрирует знание контролируемых разделов дисциплины, отвечает на все вопросы, в том числе дополнительные. В то же время при ответе может допускать несущественные погрешности или дает недостаточно полные ответы
уметь: использовать постановки задач и методы математического моделирования для решения прикладных задач	Обучающийся показывает недостаточное умение применять теорию к решению типовых задач, допускает грубые ошибки при решении задач или вообще решения задач отсутствуют, неправильно отвечает на дополнительные вопросы, связанные с изучавшимися в курсе математическими методами и моделями или затрудняется с ответом	Обучающийся демонстрирует умение применять теоретические методы к решению типовых задач. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при решении задач, не влияющие на общий ход решения
владеть: способностью применять современные аналитические и численные методы для разработки математических моделей машин, приводов, оборудования, си-	Обучающийся не владеет или в совершенно недостаточной степени владеет методами математического анализа и навыками решения задач	Обучающийся владеет методами математического анализа и моделирования, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях

стем технологических процессов.		
---------------------------------	--	--

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и её описание:

Форма промежуточной аттестации: зачёт

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все обязательные условия подготовки магистра к промежуточной аттестации , предусмотренные программой дисциплины. Магистр демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками. В то же время при ответе допускает несущественные погрешности, задачи решает с недочетами, не влияющими на общий ход решения.
Не зачтено	Не выполнены обязательные условия подготовки магистра к промежуточной аттестации , предусмотренные программой дисциплины, ИЛИ магистр демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, магистр испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова; М.: Высшая школа. – 2005. - 544 с.
2. Аттетков А.В. Методы оптимизации: учеб. пособие для вузов / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников; М.: РИОР: ИНФРА-М.; 2013.

б) дополнительная литература:

1. Гончаров, В.А. Методы оптимизации : учеб. пособие для вузов / В.А. Гончаров М.: Юрайт: Высшее образование, 2016.
2. Васильев, О.В. Методы оптимизации в задачах и упражнениях: учеб. Пособие / О.В. Васильев, А.В. Аргучинцев; М.: Физматлит, 1999.
3. Тихонов, А.Н. Математическое моделирование технологических процессов и метод обратных задач в машиностроении /А.Н. Тихонов; М.: Машиностроение. 1990.
4. Лунгу, К.Н. Линейное программирование. Руководство к решению задач /КН Лунгу; М.: Физматлит, 2009. - 132 с.
5. Вентцель, Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология: Учебное пособие для вузов – 3-е изд., стереотип. / Е.С. Вентцель; М.: Дрофа, 2004. - 208 с.
6. Кристаль, М.Г. Обработка результатов планирования экстремального эксперимента: учебное пособие / М.Г. Кристаль, А.Ю. Горелова; ВолгогрГТХ – Волгоград, 2019. - 70 с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Пакеты компьютерной алгебры MathLab и Maxima.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте mospolytech.ru в разделе: «Центр математического образования» (<http://mospolytech.ru/index.php?id=4486>);

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

<http://i-exam.ru>, <http://fepo.ru>, <http://exponenta.ru>,
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/info/mathwebs.htm>.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» для освоения дисциплины:

www.matematikalegko.ru>studentu, www.i-exam.ru.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы, представленные на сайте электронно-библиотечной системы Издательства Лань (<https://e.lanbook.com/>).

http://function-x.ru/tests_higher_math.html Тесты по высшей математике.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально – техническая база университета обеспечивает проведение всех видов занятий, предусмотренных учебным планом и соответствует действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Для проведения учебных занятий используются:

- лекционные аудитории и аудитории для проведения практических занятий, в том числе, оснащенные мультимедийным оборудованием для проведения аудиторных занятий (проектор, ноутбук, микрофон и т.д.);
- для работы со специализированным программным обеспечением во время интерактивных практических занятий имеются компьютерные классы университета.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы магистрантов

При решении задач теории принятия решений могут использоваться пакеты компьютерной алгебры: коммерческий пакет MathLab или свободный пакет Maxima.

При подготовке к занятиям магистрант должен изучить теоретический материал по теме занятия (использовать конспект лекций, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, при необходимости дополнить конспект, делая в нем соответствующие записи из литературных источников). В случае затруднений, возникающих при освоении теоретического материала, магистранту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Предварительно необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале практического занятия преподаватель знакомит магистрантов с темой, оглашает план проведения занятия, выдает задание. В течение отведенного времени на выполнение работы магистрант может обратиться к преподавателю за консультацией или разъяснениями. В конце занятия проводится прием выполненных работ: проверка отчета, собеседование со магистрантом.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Прежде всего, следует обратить внимание магистрантов на то, что практически весь изучаемый ими материал является для них новым. Однако он не требует какой-либо специальной (дополнительной) подготовки и вполне может быть успешно изучен, если магистранты будут посещать занятия, своевременно выполнять домашние задания и пользоваться (при необходимости) системой плановых консультаций в течение каждого семестра. Вошедшие в курс разделы являются классическими, в то же время они практически ориентированы, так как имеют широкое распространение для решения разного рода задач внутри самой математики и прикладных задач. Их освоение поможет магистрантам успешно применять накопленные знания в профессиональной деятельности.

Необходимо с самого начала занятий рекомендовать магистрантам основную и дополнительную литературу, а в конце семестра дать список вопросов для подготовки к экзамену.

На первом занятии по дисциплине обязательно проинформировать магистрантов о виде и форме промежуточной аттестации по дисциплине, сроках её

проведения, условиях допуска к промежуточной аттестации, применяемых видах промежуточного контроля.

Магистрант должен ощущать заинтересованность преподавателя в достижении конечного результата: в приобретении обучающимися прочных знаний, умений и владения накопленной информацией для решения задач в профессиональной деятельности.