Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 05.08.2026 14:58:53
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы оптимального управления»

Направление подготовки
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль «Автоматизация технологических производств»

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2026

Разработчик(и):

Доцент кафедры «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М.Б. Генералова»
к.т.н., доцент



/Д.В. Зубов /

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М.Б. Генералова»,
к.т.н.



/А.С. Кирсанов/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 4
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 4
3.2. Тематический план изучения дисциплины 5
3.3. Содержание дисциплины 5
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 7
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 7
4.1. Нормативные документы и ГОСТы 7
4.2. Основная литература 7
4.3. Дополнительная литература 7
4.4. Электронные образовательные ресурсы 7
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 7
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 8
5. Материально-техническое обеспечение 8
6. Методические рекомендации 8
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 8
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 10
7. Фонд оценочных средств 11
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 11
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 11
7.3. Оценочные средства 12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Обучение по дисциплине «Методы оптимального управления» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-5 Способность разрабатывать концепции автоматизированной системы управления технологическими процессами	ИПК-5.1. Применят правила разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами; ИПК-5.2. Анализирует современные программные средства процессов и объектов автоматизации и управления, определяет характеристики объекта автоматизации; ИПК-5.3. Разрабатывает и выбирает оптимальные структурные схемы автоматизированной системы управления технологическим процессом.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы оптимального управления» относится к элективным учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины и модули» образовательной программы «Автоматизация технологических производств» направления 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, квалификация (степень) – бакалавр.

Освоение дисциплины «Методы оптимального управления» в 7-м семестре необходимо для последующего освоения дисциплины «Системы реального времени».

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			7
1	**Аудиторные занятия**	**54**	54
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия		
1.3	Лабораторные занятия	18	18
2	**Самостоятельная работа**	**54**	54
	В том числе:		
2.1	Подготовка к практическим и лабораторным	54	54
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		**Экзамен**
	Итого	**108**	108

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1.1	Формализация оптимизационных задач. Виды задач оптимизации. Задачи оптимального управления.	10	2		2		6
1.2	Выпуклые задачи условной оптимизации. Метод неопределённых множителей Лагранжа.	12	4		2		6
1.3	Усреднённая оптимизация	12	4		2		6
1.4	Линейная оптимизация	12	4		2		6
1.5	Динамическое программирование	12	4		2		6
1.6	Численные методы оптимизации	12	4		2		6
1.7	Стохастические и эволюционные методы оптимизации	12	4		2		6
1.8	Параметрическая идентификация	14	6		2		6
1.9	Многокритериальная оптимизация	12	4		2		6
	Итого	**108**	**36**		**18**		**54**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Формализация оптимизационных задач. Виды задач оптимизации. Задачи оптимального управления.

Компоненты формальной постановки задач оптимизации: критерий оптимальности, переменные оптимизации, связи и ограничения. Автономные ограничения. Задачи условной и безусловной оптимизации. Вырожденные задачи. Выпуклые задачи. Корректность задач оптимизации по Адамару и по Тихонову. Понятие меры, мера Лебега.

Тема 2. Выпуклые задачи условной оптимизации. Метод неопределённых множителей Лагранжа.

Выпуклость множества и функции. Критерий Гессе. Условие локальной неулучшаемости. Методы штрафных функций. Методы внутренней и внешней точки. Метод проекции градиента. Беспоисковые методы.

3. Усреднённая оптимизация.

Виды усреднения. Задачи, сводимые к усреднённым. Построение выпуклой оболочки. Теорема Каратеодори. Задача распределения нагрузки. Принцип максимума Понтрягина.

Тема 4. Линейная оптимизация

Задачи линейного программирования. . Транспортная задача. Симплекс-алгоритм . Задача о максимальном потоке.

Тема 5. Динамическое программирование.

Задача о поиске пути в сетевом графике. Принцип Беллмана. Задача коммивояжёра. Задачи о рюкзаке, о расписании. Уравнение Беллмана.

Тема 6. Численные методы оптимизации.

Методы одномерной оптимизации: дихотомического деления, золотого сечения, чисел Фибоначчи, полиномиальной аппроксимации. Методы многомерной оптимизации. Методы нулевого порядка: покоординатный спуск (метод Гаусса–Зейделя), метод Розенброка, метод конфигураций. Метод деформируемого многогранника. Методы первого порядка (градиентные). Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных градиентов. Методы второго порядка. Метод Ньютона.

Тема 7. Стохастические и эволюционные методы оптимизации

Методы Монте-Карло. Классификация эволюционных методов. Простой генетический алгоритм. Выбор родителей, кроссовер, мутации, селекция. Разновидности генетических операторов. Эпистасис и переупорядочение. Формирование хромосом. Генетический метод комбинирования эвристик. Роевые методы.

Тема 8. Параметрическая идентификация

Задача параметрической оптимизации. Детерминированная постановка задачи. Классификация методов параметрической оптимизации. Поисковые методы экстремума целевой функции и их характеристики. Направление и шаг поиска, нормирование, условие окончания поиска.

Тема 9. Многокритериальная оптимизация

Выбор критериев оптимальности. Скаляризация критерия. Выбор управляемых параметров. Моделирование динамики системы и вычисление значений критериев. Множество Парето. Построение множества Парето. Метод свертки критериев. Сведение многокритериальной задачи выбора к однокритериальной. Метод уступок. Условная максимизация. Метод идеальной точки. Описание задачи выбора на языке бинарных отношений. Свойства бинарных отношений. Отношения эквивалентности, порядка и доминирования. Граф предпочтений. Описание задачи выбора на языке функций выбора. Аксиомы выбора.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

не предусмотрены

3.4.2. Лабораторные занятия

1. Анализ прикладных задач с точки зрения теории оптимального управления. Формализация задач.
2. Решение задач выпуклой условной оптимизации методом неопределённых множителей Лагранжа.
3. Решение транспортной задачи симплекс-методом.
4. Решение задачи о распределении нагрузки между параллельно работающими агрегатами.
5. Решение транспортной задачи и задачи коммивояжёра.
6. Решение задачи условной оптимизации численными методами.
7. Решение задачи условной оптимизации эволюционными методами.
8. Решение задачи параметрической оптимизации.
9. Построение множества Парето.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

не предусмотрены

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрено

4.2 Основная литература

1. Цирлин, А. М. Методы оптимизации в необратимой термодинамике : учебник для вузов / А. М. Цирлин. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 320 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10846-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/586862 (дата обращения: 11.01.2026)

4.3 Дополнительная литература

1. Денисова, Л. А. Разработка, исследование и оптимизация автоматизированных систем управления в среде MATLAB : учебное пособие / Л. А. Денисова. — Омск : ОмГТУ, 2023. — 120 с. — ISBN 978-5-8149-3631-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/421718 (дата обращения: 11.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

ЭОР не разработан.

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Интернет-ресурсы включают доступ к электронным библиотекам университета (http://lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog), к электронным каталогам вузовских библиотек и крупнейших библиотек Москвы (http://window.edu.ru).
2. Образовательная платформа «Юрайт» http://urait.ru

5. Материально-техническое обеспечение

Лекции с применением мультимедийного оборудования проводятся в аудиториях кафедры АОиАТП им. проф. М.Б. Генералова. Лабораторные работы проводятся в аудитории, оснащённой необходимым оборудованием..

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Методы оптимального управления» необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с возможными изменениями в нормативно-технической

документации, новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе.

Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических занятий обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий

студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Изучение дисциплины завершается экзаменом.

Преподаватель, принимающий экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов получения образования обучающимися и направлена на:

изучение теоретического материала, подготовку к лекционным и семинарским (практическим) занятиям

выполнение контрольных заданий

подготовка к тестированию с использованием общеобразовательного портала.

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что проводить самостоятельные занятия следует регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Не следует откладывать работу также из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Настроение нужно создавать самому. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям

спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

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

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Методы оптимального управления»

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Лабораторные работы	Оформленные отчеты (журнал) практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «удовлетворительно/хорошо/отлично», если выполнены и оформлены все работы. Правильно выполненные лабораторные работы с соблюдением техники безопасности.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1 Шкала оценивания лабораторной работы

Шкала оценивания	Описание
Неудовлетворительно	Не выполнены требования к написанию и защите практической работы: неправильно оформлена работа, неправильно подсчитаны значения, не сформулирован вывод.

Удовлетворительно	Выполнены не все требования к написанию и защите практической работы: неправильно оформлена работа, неправильно сформулирован вывод, но правильно подсчитаны значения.
Хорошо	Выполнены все требования, но с недочетами: незначительные ошибки в оформлении работы, неточности в формулировке выводов. Правильно подсчитаны значения.
Отлично	Выполнены все требования к написанию и защите практической работы: верно подсчитаны значения, сформулирован вывод, соблюдены требования к оформлению.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

7.3.1.1 Темы практических работ и лабораторных по дисциплине «Методы оптимального управления»

Тематика практических работ изложена в пункте 3.4.

7.3.2. Промежуточная аттестация

7.3.2.1. Вопросы к экзамену по дисциплине «Методы оптимального управления»

1. Понятие оптимизационной задачи. Основные компоненты задачи, их математические свойства. Постановки скалярных и векторных оптимизационных задач.
2. Обзор постановок задач (выпуклые, невыпуклые и возможностью переключательного режима, задачи линейного программирования). Условные, безусловные.
3. Методы решения задач на безусловный экстремум (метод неопределённых множителей Лагранжа – задача о распределении нагрузки).
4. Методы решения задач на условный экстремум (метод неопределённых множителей Лагранжа – задача о распределении нагрузки).
5. Методы решения задач на условный экстремум – невыпуклые и возможностью переключательного режима.
6. Понятие вариационной задачи оптимизации. Уравнение Эйлера, его решение и применение.
7. Решение оптимизационных задач с помощью генетических алгоритмов.