

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Проректор по учебной работе

А.А. Воронов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Оптимизация
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Управление инновациями в бизнесе Физтех-школа бизнеса высоких технологий кафедра высшей математики
курс:	2
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 4 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 48 всего, в том числе:

лекции: 24 час.

семинары: 24 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 42 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Количество контрольных работ, заданий: 3

Программу составил: Н.Г. Павлова, канд. физ.-мат. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры высшей математики 23.11.2023

Аннотация

Дисциплина «Оптимизация» относится к базовой части ООП.

Курс семестровый, читается в четвертом семестре. В конце семестра предусмотрен дифференцированный зачет.

Программа дисциплины содержит стандартные разделы выпуклого анализа, выпуклого программирования, линейного программирования, вариационного исчисления, оптимального управления, динамического программирования и теории игр.

Сведения и навыки, полученные в результате освоения данной дисциплины, используются в курсах: риск-менеджмент, микроэкономика, финансы, инвестиционный анализ, динамические рынки и маркетинг.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- изучение и освоение студентами основ оптимизации и понимание её места в системе фундаментальных и прикладных математических дисциплин, знакомство с экономико-математическими моделями, а также развитие навыков самостоятельного решения проблем теории и методов решения экстремальных задач.

Задачи дисциплины

- приобретение слушателями учебных умений и навыков в области выпуклого анализа, выпуклого программирования, линейного программирования, вариационного исчисления, оптимального управления, динамического программирования и теории игр.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.2 Способен планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач; подвергать критическому анализу проделанную работу; находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- классификацию экстремальных задач;
- элементы выпуклого анализа;
- методы решения задач выпуклого программирования, линейного программирования;
- элементы вариационного исчисления и оптимального управления;
- элементы теории игр.

уметь:

- формулировать оптимизационные проблемы и подбирать метод их решения;
- решать стандартные задачи на применение изученных утверждений теории оптимизации;
- применять оптимизационные методы к решению задач, возникающих при моделировании экономических процессов.

владеть:

- различными способами исследования задач оптимизации.

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

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение. Основные понятия теории оптимизации.	2	2		4
2	Элементы выпуклого анализа.	2	2		4
3	Выпуклое программирование.	2	2		4
4	Линейное программирование.	2	2		4
5	Вариационное исчисление.	4	4		6
6	Оптимальное управление.	4	4		6
7	Динамическое программирование.	4	4		6
8	Теория игр.	4	4		8
Итого часов		24	24		42
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 4 (Весенний)

1. Введение. Основные понятия теории оптимизации.

Исторические примеры экстремальных задач: задача Дидоны, задача о брахистохроне, задача о рационале, транспортная задача и др. Простейшие примеры формализации экстремальных задач. Основные классы экстремальных задач.

2. Элементы выпуклого анализа.

Выпуклые множества. Выпуклые функции. Отделимость выпуклых множеств. Субградиент. Субдифференциал.

3. Выпуклое программирование.

Постановка задачи. Правило множителей Лагранжа. Теорема Куна-Таккера.

4. Линейное программирование.

Постановка задачи. Геометрическая интерпретация. Симплекс-метод. Теоремы двойственности.

5. Вариационное исчисление.

Постановка задачи. Уравнение Эйлера. Задача Больца. Необходимые условия экстремума в задаче Больца. Условия трансверсальности.

6. Оптимальное управление.

Постановка задачи. Принцип максимума Понтрягина.

7. Динамическое программирование.

Постановка задачи. Функция Беллмана. Уравнение Беллмана. Проблема синтеза для дискретных систем.

8. Теория игр.

Матричные игры. Игры с Природой. Кооперативные игры. Оптимальность по Парето. Равновесие Нэша. Динамические игры. Игры с неполной и несовершенной информацией. Равновесие Байеса-Нэша.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная доской (меловая, маркерная или электронная), мультимедиа проектором, экраном и микрофоном.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Оптимальное управление [Текст], учебник для вузов /В. М. Алексеев, В. М. Тихомиров, С. В. Фомин. М., ФИЗМАТЛИТ, 2018
2. Элементы выпуклого и сильно выпуклого анализа [Текст] / Е. С. Половинкин, М. В. Балашов .— Научное изд. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004 .— 416 с.
3. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи [Электронный ресурс], учеб. пособие / В. М. Алексеев, Э. М. Галеев, В. М. Тихомиров. — М., Физматлит, 2011.— URL: <https://e.lanbook.com/book/2097> (дата обращения: 14.01.2021). - Полный текст (Режим доступа : из сети МФТИ / Удаленный доступ)

Дополнительная литература

1. Принцип максимума Понтрягина : Доказательство и приложения [Текст] / А. В. Арутюнов, Г. Г. Магарил-Ильяев, В. М. Тихомиров - М.Изд-во МЦНМО,2006
2. Математические методы оптимального управления [Текст]/В. Г. Болтянский , -М., Наука, 1969
3. Оптимальное управление [Текст], [монография]/Э. М. Галеев [и др.] , -М., Изд-во МЦНМО, 2008
4. Краткий курс теории экстремальных задач [Текст] : учеб. пособ. для студ. вузов / Э. М. Галеев, В. М. Тихомиров .— М. : Изд-во МГУ, 1989 .— 204 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Приведены в ежегодно разрабатываемых домашних заданиях.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению: Прикладные математика и физика
профиль подготовки: Управление инновациями в бизнесе
Физтех-школа бизнеса высоких технологий
кафедра высшей математики
курс: 2
квалификация: бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 4 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: Н.Г. Павлова, канд. физ.-мат. наук, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.2 Способен планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач; подвергать критическому анализу проделанную работу; находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Оптимизация» обучающийся должен:

знать:

- классификацию экстремальных задач;
- элементы выпуклого анализа;
- методы решения задач выпуклого программирования, линейного программирования;
- элементы вариационного исчисления и оптимального управления;
- элементы теории игр.

уметь:

- формулировать оптимизационные проблемы и подбирать метод их решения;
- решать стандартные задачи на применение изученных утверждений теории оптимизации;
- применять оптимизационные методы к решению задач, возникающих при моделировании экономических процессов.

владеть:

- различными способами исследования задач оптимизации.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Текущий контроль осуществляется на основе выполнения студентами совокупности домашних заданий и контрольных работ в соответствии с учебным планом. Данные о посещаемости и текущей успеваемости вносятся преподавателями в специальные журналы.

Текущий контроль на основе домашних заданий осуществляется в течении учебного семестра в сроки, установленные Учебным управлением, в соответствии с учебным планом.

Для сдачи задания студент обязан предоставить решение задачи домашнего задания в письменной форме, ответить на вопросы преподавателя и написать контрольную работу по заданию, по которой проверяются знание понятий и утверждений по темам сдаваемого задания и умению решать задачи.

Во время выполнения контрольной работы нельзя пользоваться помощью других лиц, вычислительной техники и мобильными телефонами.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Перечень контрольных вопросов для дифференцированного зачета:

1. Исследовать функцию на выпуклость.

2. Найти сопряжённую функцию.
3. Вычислить субдифференциал функции.
4. Решить задачу выпуклого программирования.
5. Решить задачу линейного программирования.
6. Построить и решить двойственную задачу линейного программирования.
7. Решить задачу Больца.
8. Решить простейшую задачу классического вариационного исчисления.
9. Решить задачу синтеза оптимального управления.
10. Найти равновесные ситуации в биматричной игре.
11. Вычислить вектор Шепли кооперативной игры.

Критерии оценивания

Оценка «отлично (10)» выставляется обучающемуся, если он показал всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений;

оценка «отлично (9)» выставляется обучающемуся, если он показал всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений, но при этом были допущены небольшие неточности, которые были самостоятельно обнаружены и исправлены;

оценка «отлично (8)» выставляется обучающемуся, если он показал всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений, но при этом были допущены небольшие неточности, которые после указания экзаменатора были самостоятельно исправлены;

оценка «хорошо (7)» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает неточности в ответе или делает несущественные ошибки при решении задач;

оценка «хорошо (6)» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает небольшие ошибки в ответе и (или) при решении задач;

оценка «хорошо (5)» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но отвечает неуверенно и (или) допускает ошибки при решении задач;

оценка «удовлетворительно (4)» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, неточные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, если при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

оценка «удовлетворительно (3)» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, неточные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, не владеющему некоторыми разделами учебной программы, но умеющему применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач;

оценка «неудовлетворительно (1)» выставляется обучающемуся, показавшему полное незнание учебной программы дисциплины.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Дифференцированный зачет проводится по итогам текущей успеваемости сдачи заданий и контрольных вопросов, предусмотренных программой дисциплины.

При проведении устного опроса обучающемуся предоставляется 1 астрономический час на подготовку.

Опрос обучающегося на устном опросе не должен превышать двух астрономических часов.

Во время проведения устного опроса обучающиеся могут пользоваться только программой дисциплины.