

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

УТВЕРЖДЕНО
Директор физтех-школы
аэрокосмических технологий
С.С. Негодяев

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Анализ данных, методы оптимизации и принятия решений
по направлению:	Системный анализ и управление
профиль подготовки:	Системный анализ и управление в технических, экономических и социальных системах Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра логистических систем и технологий
курс:	3
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 6 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 75 всего, в том числе:

лекции: 45 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 75 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 180, всего зач. ед.: 4

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составил: Г.В. Ройзензон, канд. техн. наук, ассистент

Программа обсуждена на заседании кафедры логистических систем и технологий 04.06.2020

Аннотация

В курсе рассматриваются анализ данных, оптимизация и принятие решений. Курс представляет собой стратегический подход к анализу данных, методам системного анализа. Рассматриваются концепции и стратегии системного анализа, основные принципы и стандарты систем поддержки принятия решений. Обосновываются фундаментальные свойства оптимальности и методов оптимизации. Даются основы построения интеллектуальных систем, основанных на знаниях, экспертных систем. Курс содержит в себе обсуждение базовых вопросов, разбор типовых ситуационных задач и предполагает самостоятельную работу студента, в том числе написание двух рефератов по тематике изучаемой дисциплины.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- формирование базовых знаний по анализу данных, системному анализу, оптимизации и принятию решений, для использования в областях и дисциплинах естественнонаучного профиля.

Задачи дисциплины

- дать студентам базовые знания в области анализа данных, системного анализа, оптимизации и принятия решений;
- обучение на примерах и задачах системно подходить к проблемам, находить оптимальные решения, самостоятельно анализировать полученные результаты;
- формирование умений и навыков применения полученных знаний для решения прикладных логистических задач, самостоятельного анализа полученных результатов.

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-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен анализировать задачи управления в технических системах на основе приобретенных знаний	ОПК-1.1 Осуществляет декомпозицию задачи управления, выделяет базовые составляющие задачи
	ОПК-1.2 Рассматривает возможные варианты решения задачи управления в технических системах, оценивает их достоинства и недостатки
ПК-1 Способен проводить исследование систем управления и их компонент	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями системного анализа
	ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования объектов и систем
	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- фундаментальные понятия, законы, подходы анализа данных, теории системного анализа и оптимизации;
- численные методы решения задач оптимизации;
- современные проблемы поддержки принятия решений.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования системных задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

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	Собственные методы системного анализа и математические методы, используемые в системном анализе.	4	3		7
2	Необходимые и достаточные условия в задачах системного анализа.	5	3		8
3	Интеграция информационно-аналитических ресурсов. Грид – технологии.	5	3		8
4	Линейное программирование. Математическое и нелинейное программирование.	4	2		8
5	Градиентные методы, методы наискорейшего спуска. Стохастическое программирование.	4	2		6
6	Критерий оптимальности. Оптимизация, оптимальное управление. Статические и динамические задачи оптимизации.	6	3		8
7	Постановки задач оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина.	6	4		8
8	Исследование операций. Основы теории игр.	4	4		8

9	Принятие решений, системы поддержки принятия решений.	4	4		8
10	Методы «Анализа данных» - экспертные системы. Системы, основанные на знаниях.	3	2		6
Итого часов		45	30		75
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		180 час., 4 зач.ед.			

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

Семестр: 6 (Весенний)

1. Собственные методы системного анализа и математические методы, используемые в системном анализе.

Анализ и синтез, индукция и дедукция. Формализация. Композиция и декомпозиция. Линеаризация и выделение нелинейных составляющих. Структурирование и реструктурирование. Макетирование. Реинжиниринг. Моделирование и эксперимент. Кластеризация и классификация. Экспертное оценивание и тестирование.

2. Необходимые и достаточные условия в задачах системного анализа.

Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Необходимые условия экстремума дифференцируемой функции на выпуклом множестве. Необходимые условия Куна-Таккера. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа.

3. Интеграция информационно-аналитических ресурсов. Грид – технологии.

Грид – технологии на основе использования добровольно предоставляемого свободного ресурса персональных компьютеров; Научные Грид – технологии — хорошо распараллеливаемые приложения программируются специальным образом); Грид – технологии на основе выделения вычислительных ресурсов по требованию (коммерческие Грид – технологии).

4. Линейное программирование. Математическое и нелинейное программирование.

Постановка задач выпуклого программирования и формы их записи. Свойства оптимальных решений. Необходимые и достаточные условия экстремума дифференцируемой выпуклой функции на выпуклом множестве. Основы теории двойственности в выпуклом программировании. Линейное программирование как частный случай выпуклого.

5. Градиентные методы, методы наискорейшего спуска. Стохастическое программирование.

Квадратичные функции. Свойства градиента. Градиентный спуск. Модификации градиентного спуска. Стохастический градиентный спуск.

6. Критерий оптимальности. Оптимизация, оптимальное управление. Статические и динамические задачи оптимизации.

Критерий оптимальности. Оптимизация, оптимальное управление. Экстремальные задачи. Оптимизация функции одной переменной. Численные методы минимизации функции одной переменной.

7. Постановки задач оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина.

Задача оптимального управления. Оптимальное управление детерминированными системами. Принцип максимума Понтрягина.

8. Исследование операций. Основы теории игр.

Задача о ранце. Задача коммивояжёра. Транспортная задача. Задача об упаковке в контейнеры. Задачи составления расписания, диспетчеризации. Теория расписаний. Основы теории игр.

9. Принятие решений, системы поддержки принятия решений.

Условия неопределённости. Выбор в условиях неопределённости. Принятие решений в условиях неопределённости. Моделирование принятия решений. Архитектура СППР.

10. Методы «Анализа данных» - экспертные системы. Системы, основанные на знаниях.

Интеллектуальные системы поддержки принятия решений. Архитектура экспертных систем.

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

Компьютер и мультимедийное оборудование (проектор, экран, интерактивная доска).

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Математические методы обработки неопределенных данных [Текст] / А. В. Крянев, Г. В. Лукин - М.Физматлит,2006
1. Крянев А. В., Лукин Г. В.: Математические методы обработки неопределенных данных- Физматлит, 2006 г.
2. Донкова И.А.: Исследование операций и методы оптимизации. Учебное пособие - Проспект, 2017 г.
3. Л. С. Понтрягин. Принцип максимума в оптимальном управлении. – М.: Едиториал УРСС. 2004.
4. А. В. Арутюнов, Г. Г. Магарил-Ильяев, В. М. Тихомиров. Принцип максимума Понтрягина. Доказательство и приложения. – М.: Факториал Пресс. 2006
5. Осипова В.А, Алексеев Н.С: Математические методы поддержки принятия решений. Учебное пособие - ИНФРА-М, 2019 г.

Дополнительная литература

1. Н.Н.Моисеев. Математические задачи системного анализа. Наука.1981. 488 с.
2. Н.Н.Моисеев. Численные методы в теории оптимальных систем. 1971. 424 с.
3. Н.Н.Моисеев, Ю.Н.Иванов, Е.М.Столярова. Методы оптимизации. 1978. 352 с.
4. Н.Н.Моисеев. Люди и кибернетика. Молодая гвардия. 1984. 224 с.
5. Ермаков С.М., Федоров В.В. и др. Математическая теория планирования эксперимента. Справочная математическая библиотека. М.: Наука.1983, 392 с.
6. В.Ц.Цурков. Динамические задачи большой размерности. 1988. 288 с.

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

1. <http://www.stanford.edu/~ullman>

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

В образовательном процессе могут использоваться при необходимости дистанционные занятия и вебинары с использованием коммуникационного программного обеспечения Zoom, сервиса видеотелефонной связи Google Meet, веб-сервиса Google Класс.

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

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе, материалам сети Интернет), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- написание рефератов по темам, рекомендованным преподавателем или сформулированным самостоятельно;
- решение ситуационных задач и подготовку творческих заданий, предлагаемых студентам на лекциях и практических занятиях, подготовку к дискуссиям и «круглым столам»;
- чтение и конспектирование рекомендованной литературы,
- подготовку к практическим занятиям, коллоквиумам и дифференцированному зачёту.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется на практических занятиях и в форме индивидуальных консультаций.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Системный анализ и управление
профиль подготовки:	Системный анализ и управление в технических, экономических и социальных системах Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра логистических систем и технологий
курс:	3
квалификация:	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 6 (весенний) - Экзамен	
Разработчик:	Г.В. Ройзензон, канд. техн. наук, ассистент

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-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен анализировать задачи управления в технических системах на основе приобретенных знаний	ОПК-1.1 Осуществляет декомпозицию задачи управления, выделяет базовые составляющие задачи
	ОПК-1.2 Рассматривает возможные варианты решения задачи управления в технических системах, оценивает их достоинства и недостатки
ПК-1 Способен проводить исследование систем управления и их компонент	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями системного анализа
	ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования объектов и систем
	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Анализ данных, методы оптимизации и принятия решений» обучающийся должен:

знать:

- фундаментальные понятия, законы, подходы анализа данных, теории системного анализа и оптимизации;
- численные методы решения задач оптимизации;
- современные проблемы поддержки принятия решений.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования системных задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

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

Текущий контроль осуществляется в форме опроса по пройденному материалу, защита реферата.

Примерный список вопросов для подготовки к текущему контролю:

1. Методы системного анализа.
2. Индукция и дедукция.
3. Формализация задачи.
4. Композиция системы.
5. Декомпозиция системы.
6. Линеаризация модели.
7. Выделение нелинейных составляющих.
8. Структурирование проблемы.
9. Реструктурирование системы.
10. Макетирование.
11. Реинжиниринг.
12. Моделирование.
13. эксперимент.
14. Кластеризация.
15. Классификация.
16. Экспертное оценивание.
17. тестирование.
18. Локальный экстремум.
19. Глобальный экстремум.
20. Грид – технологии.
21. Принятие решений.
22. Градиентные методы.
23. Исследование операций.
24. Линейное программирование.
25. Критерий оптимальности.

Примерные темы рефератов:

1. Математические методы, используемые в системном анализе применяемые в логистике
2. Интеграция информационно-аналитических ресурсов в логистике
3. Грид – технологии в логистике
4. Линейное программирование для решения логистических задач
5. Математическое для решения логистических задач
6. Нелинейное программирование для решения логистических задач
7. Градиентные методы на примере решения логистических задач
8. Методы наискорейшего спуска на примере решения логистических задач
9. Стохастическое программирование на примере решения логистических задач
10. Оптимальное управление в логистике.
11. Статические задачи оптимизации в логистике
12. Динамические задачи оптимизации в логистике.
13. Применение исследования операций в логистике.
14. Основы теории игр на примере решения логистических задач
15. Принятие решений в логистике.
16. Системы поддержки принятия решений в логистике.
17. Экспертные системы в логистике.
18. Системы, основанные на знаниях в логистике
19. Реинжиниринг в логистике.
20. Экспертное оценивание в логистике
21. Моделирование в логистике

22. Коммерческие Грид – технологии в логистике
23. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в логистике
24. Архитектура экспертных систем для решения логистических задач
25. Модификации градиентного спуска

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

Итоговая аттестация проводится в форме экзамена (устного) в 6 семестре.

Список вопросов для подготовки к экзамену:

1. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций.
2. Необходимые условия экстремума дифференцируемой функции на выпуклом множестве.
3. Необходимые условия Куна-Таккера.
4. Задачи об условном экстремуме
5. Метод множителей Лагранжа.
6. Интеграция информационно-аналитических ресурсов.
7. Грид – технологии.
8. Линейное программирование.
9. Математическое и нелинейное программирование.
10. Постановка задач выпуклого программирования и формы их записи.
11. Свойства оптимальных решений.
12. Необходимые и достаточные условия экстремума дифференцируемой выпуклой функции на выпуклом множестве.
13. Основы теории двойственности в выпуклом программировании.
14. Линейное программирование как частный случай выпуклого.
15. Градиентные методы, методы наискорейшего спуска.
16. Стохастическое программирование.
17. Квадратичные функции.
18. Градиентный спуск.
19. Модификации градиентного спуска.
20. Стохастический градиентный спуск.
21. Критерий оптимальности.
22. Оптимизация
23. Оптимальное управление.
24. Статические и динамические задачи оптимизации.
25. Экстремальные задачи.
26. Оптимизация функции одной переменной.
27. Численные методы минимизации функции одной переменной
28. Постановки задач оптимального управления.
29. Принцип максимума Понтрягина
30. Исследование операций.
31. Основы теории игр
32. Принятие решений
33. Системы поддержки принятия решений.
34. Методы «Анализа данных - экспертные системы.

Пример экзаменационных билетов по дисциплине:

Экзаменационный билет №1

1. Градиентный спуск.
2. Принятие решений

Экзаменационный билет № 2

1. Задачи об условном экстремуме
2. Системы поддержки принятия решений.

Критерии оценивания

Критерии оценивания рефератов:

9-10 баллов выставляется, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

7-8 баллов выставляется, если основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты; в частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

4-6 баллов выставляется, если имеются существенные отступления от требований к реферированию; в частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

1-3 балла выставляется, если тема реферата не раскрыта, выявлено существенное непонимание проблемы или же реферат не представлен вовсе.

Критерии оценивания экзамена:

оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе экзаменационного билета и ответе на вопросы по программе дисциплины, а также по результатам контрольных работ;

оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе экзаменационного билета и ответе на вопросы по программе дисциплины, а также по результатам контрольных работ;

оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, знания учебной программы дисциплины при ответе экзаменационного билета и ответе на вопросы по программе дисциплины, а также по результатам контрольных работ;

оценка «хорошо (7)» выставляется студенту по результатам контрольных работ, если он твердо знает материал экзаменационного билета, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;

оценка «хорошо (6)» выставляется студенту по результатам контрольных работ, если он знает материал экзаменационного билета, по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе много неточностей;

оценка «хорошо (5)» выставляется студенту по результатам контрольных работ, если он знает материал экзаменационного билета, излагает его, умеет применять полученные знания на практике, не допускает в ответе грубых ошибок;

оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту по результатам контрольных работ, а также, если во время ответа экзаменационного билета он показал фрагментарный, характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения;

оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту по результатам контрольных работ, а также, если во время ответа экзаменационного билета он показал разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

оценка «неудовлетворительно (2-1)» выставляется студенту по результатам контрольных работ, а также, если во время ответа экзаменационного билета, он показал что 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.

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

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется до 40 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать двух астрономических часов.

Преподавателю предоставляется право, помимо теоретических вопросов студентам дополнительные вопросы, уточняющие понимание содержания курса.

Во время проведения экзамена при подготовке ответов на билеты, обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, конспектами лекций и любой другой литературой.

Во время проведения экзамена при ответе обучающегося на вопросы по билету или по программе дисциплины, он не может пользоваться конспектами лекций и любой другой литературой.