

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

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
электроники, фотоники и
молекулярной физики**

В.В. Иванов

Рабочая программа дисциплины (модуля)

по дисциплине:	Теория сетей, графов, структуры и алгоритмы обработки данных на их основе
по направлению:	Прикладная математика и физика
профиль подготовки:	Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии Физтех-школа Электроники, Фотоники и Молекулярной Физики кафедра электроники
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: А.В. Хельвас

Программа обсуждена на заседании кафедры электроники 29.05.2020

Аннотация

Курс "Теория сетей, графов, структуры и алгоритмы обработки данных на их основе" предусматривает изучение математических основ теории сетей, теории графов, структур данных и алгоритмов обработки информации на их основе.

Задачи курса:

- дать представление о математических основах теории сетей, теории графов, современной классификации структур данных;
- дать основы математического аппарата простых и цветных Сетей Петри;
- дать основы математического аппарата Марковских цепей;
- отработать навыки решения задач на графах, ознакомить и получить практические навыки решения основных задач на графах (поиск кратчайшего пути, применение сетевых моделей и т.д.);
- получить практические навыки работы с сетевыми графиками. Научиться решать задачу поиска критического пути в сетевых графиках;
- научиться правильно применять классические алгоритмы при работе с данными различной структуры.

По результатам освоения курса студент должен:

Знать:

- основные термины и понятия, используемые в теории сетей и графов;
- основные определения и свойства объектов из предметной области курса;
- применимость сетей, графов, иных структур данных для решения классических прикладных задач;
- основные алгоритмы решения задач на графах.

Уметь:

- формализовать прикладные задачи в терминах теории сетей и графов;
- правильно выбрать математическую абстракцию;
- задать требования к структурам данных, описывающих прикладные задачи;
- выбрать алгоритмы и их программные реализации для решения прикладных задач.

Владеть:

- математическим аппаратом теории графов, теории сетей;
- библиотеками для программной реализации основных алгоритмов обработки информации для задач на графах;
- навыками решения задач, сводящихся к задачам из теории сетей и теории графов.

Основное содержание курса изложено в следующих разделах:

1. Основы теории графов.
2. Направленные графы. Матричные и векторные представления графов.
3. Основные алгоритмы на графах.
4. Сети. Сети Петри.
5. Цветные сети Петри. Задача Дейкстры.
6. Деревья. Бинарные деревья поиска. Бинарные отношения Галуа.
7. Основные библиотеки для реализации алгоритмов работы с данными на графах и в сетях.
8. Случайные процессы. Марковские цепи.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- изучение математических основ теории сетей, теории графов, структур данных и алгоритмов обработки информации на их основе.

Задачи дисциплины

- дать представление о математических основах теории сетей, теории графов, современной классификации структур данных;
- дать основы математического аппарата простых и цветных Сетей Петри;
- дать основы математического аппарата Марковских цепей;
- отработать навыки решения задач на графах, ознакомить и получить практические навыки решения основных задач на графах (поиск кратчайшего пути, применение сетевых моделей и т.д.);
- получить практические навыки работы с сетевыми графиками. Научиться решать задачу поиска критического пути в сетевых графиках;
- научиться правильно применять классические алгоритмы при работе с данными различной структуры.

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-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов
	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин
	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные термины и понятия, используемые в теории сетей и графов;
- основные определения и свойства объектов из предметной области курса;
- применимость сетей, графов, иных структур данных для решения классических прикладных задач;
- основные алгоритмы решения задач на графах.

уметь:

- формализовать прикладные задачи в терминах теории сетей и графов;
- правильно выбрать математическую абстракцию;
- задать требования к структурам данных, описывающих прикладные задачи;
- выбрать алгоритмы и их программные реализации для решения прикладных задач.

владеть:

- математическим аппаратом теории графов, теории сетей;
- библиотеками для программной реализации основных алгоритмов обработки информации для задач на графах;
- навыками решения задач, сводящихся к задачам из теории сетей и теории графов.

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	Основы теории графов.	4	4		6
2	Направленные графы. Матричные и векторные представления графов.	4	4		6
3	Основные алгоритмы на графах.	4	4		6
4	Сети. Сети Петри.	4	4		4
5	Цветные сети Петри. Задача Дейкстры.	4	4		2
6	Деревья. Бинарные деревья поиска. Бинарные отношения Галуа.	4	4		2
7	Основные библиотеки для реализации алгоритмов работы с данными на графах и в сетях.	4	4		2
8	Случайные процессы. Марковские цепи.	2	2		2
Итого часов		30	30		30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

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

Семестр: 8 (Весенний)

1. Основы теории графов.

Основные определения. Путь на графе. Связность графов. Основные операции с графами. Трансформации графов. Взвешенные графы. Изоморфизм графов.

2. Направленные графы. Матричные и векторные представления графов.

Деревья. Леса. Направленные графы. Направленные деревья. Циклические и ациклические направленные графы. Матричные представления графов. Цепи на графах. Стационарная линейная сеть.

3. Основные алгоритмы на графах.

Понятие вычислительной сложности алгоритма. Достижимость, Алгоритм Уоршалла. Поиск на графах. Кратчайший путь на графе, Алгоритм Дейкстры. Алгоритм Флойда. Простейшее остовное дерево. Алгоритмы Прима и Крускала. Задача коммивояжера. Венгерский алгоритм поиска соответствий. Транспортные задачи. Алгоритм Форда – Фулкерсона. Графические представления графов. Плоские и неплоские графы.

4. Сети. Сети Петри.

Простые сети Петри. Тупики и ловушки. Разрешение конфликтов.

5. Цветные сети Петри. Задача Дейкстры.

Цветные сети Петри. Задача Дейкстры про обедающих мудрецов. Применение CPN для моделирования дискретных динамических систем.

6. Деревья. Бинарные деревья поиска. Бинарные отношения Галуа.

Дерево как разновидность графа. Бинарные отношения Галуа. Поиск по дереву.

7. Основные библиотеки для реализации алгоритмов работы с данными на графах и в сетях.

Boost Graph Library , LEDA , GraphViz , LION Graph Visualizer.

8. Случайные процессы. Марковские цепи.

Марковские процессы. Цепи Маркова. Принятие решений в Марковских цепях.

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

учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Введение в общие цепи Маркова: учебно – методическое пособие. - ННГУ, 2013. - 51с.
2. Постановка и решение задач Марковских процессов на ЭВМ: Методические указания и варианты контрольных заданий для студентов всех специальностей. - Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2007. - 51с.
3. «Petri Nets Theory and Modeling of Systems» James Peterson – Prentis Hall 1981
4. Оре О. Теория графов. - М.: Наука, 1968. – 352 с.

Дополнительная литература

1. Ачасова С. М., Бандман О. Л. Корректность параллельных вычислительных процессов. — Новосибирск: Наука, 1990. — 253 с.
2. Мараховский В. Б., Розенблюм Л. Я., Яковлев А. В. Моделирование параллельных процессов. Сети Петри. Курс для системных архитекторов, программистов, системных аналитиков, проектировщиков сложных систем управления. - Санкт-Петербург: Профессиональная литература, АйТи-Подготовка, 2014. - 400 с.

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

1. <http://linuxshare.ru/docs/misc/graphviz.html>
2. <http://rise4fun.com/agl>
3. http://www.boost.org/doc/libs/1_60_0/libs/graph/doc/index.html
4. <http://jointjs.com/demos/pn>
5. <http://ceur-ws.org/Vol-643/paper18.pdf>
6. http://www2.units.it/ipl/students_area/imm2/files/Numerical_Recipes.pdf

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

на занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

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

Студент, прослушавший курс лекций и семинаров, должен овладеть общим понятийным аппаратом и научиться применять теоретические знания на практике.

Успешное освоение курса требует:

- 1) посещения всех лекций и семинаров, предусмотренных учебным планом; ведение конспектов занятий; активное участие в обсуждении лекций и семинаров;
- 2) важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультацией к докладчику на лекции или семинаре.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Физика перспективных технологий: электроника и квантовые технологии Физтех-школа Электроники, Фотоники и Молекулярной Физики кафедра электроники
курс:	4
квалификация:	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет	
Разработчик:	А.В. Хельвас

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-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов
	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин
	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Теория сетей, графов, структуры и алгоритмы обработки данных на их основе» обучающийся должен:

знать:

- основные термины и понятия, используемые в теории сетей и графов;
- основные определения и свойства объектов из предметной области курса;
- применимость сетей, графов, иных структур данных для решения классических прикладных задач;
- основные алгоритмы решения задач на графах.

уметь:

- формализовать прикладные задачи в терминах теории сетей и графов;
- правильно выбрать математическую абстракцию;
- задать требования к структурам данных, описывающих прикладные задачи;
- выбрать алгоритмы и их программные реализации для решения прикладных задач.

владеть:

- математическим аппаратом теории графов, теории сетей;
- библиотеками для программной реализации основных алгоритмов обработки информации для задач на графах;
- навыками решения задач, сводящихся к задачам из теории сетей и теории графов.

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

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлой лекции или в конце занятия по пройденной теме.

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

Вопросы для подготовки к дифференцированному зачету:

1. По размеченным дугам графа вычислить отсутствующую на нем разметку петель и построить переходную матрицу Марковской цепи.
2. Построить сеть Петри для конечного автомата.
3. Найти тупики и ловушки в сети Петри, заданной матрицей инцидентности.
4. Найти кратчайший путь на графе.
5. Построить простую сеть Петри, изоморфную заданной CPN.

6. Найти минимальный остовный граф для заданного графа.
7. Нарисовать CPN для задачи об обедающих мудрецах.
8. Алгоритм Дейкстры.
9. Алгоритм Флойда.
10. Алгоритмы Прима и Крускала.
11. Задача коммивояжера.
12. Венгерский алгоритм поиска соответствий.
13. Транспортные задачи.
14. Алгоритм Форда – Фулкерсона.

Критерии оценивания

10 баллов — (ПРЕВОСХОДНО):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;
- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

9 баллов — (ОТЛИЧНО):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;
- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы, полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

8 баллов — (ПОЧТИ ОТЛИЧНО):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку с позиций государственной идеологии (по дисциплинам социально-гуманитарного цикла);
- активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

7 баллов — (ОЧЕНЬ ХОРОШО):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;

- использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

6 баллов — (ХОРОШО):

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;
- использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

5 баллов — (ПОЧТИ ХОРОШО):

- достаточные знания в объеме учебной программы;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

4 балла — (УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО), ЗАЧТЕНО:

- достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку;
- работа под руководством преподавателя на практических, лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий.

3 балла — (НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО), НЕЗАЧТЕНО:

- недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
- знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными лингвистическими и логическими ошибками;
- слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;
- неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины;
- пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

2 балла — (НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО):

- фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта;
- знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины;
- неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых стилистических и логических ошибок;
- пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

1 балл — (НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО):

- отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа.

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

При проведении дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету не должен превышать двух астрономических часов в устной и (или) письменной форме.