

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

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
прикладной математики и
информатики**

А.М. Райгородский

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Комбинаторные алгоритмы оптимизации. Дополнительные главы
по направлению:	Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки:	Прикладная математика и информатика Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра когнитивных технологий
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 45 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 45 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 45 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: И.А. Фараджев

Программа обсуждена на заседании кафедры когнитивных технологий 04.06.2020

Аннотация

Во время изучения данного курса студентам будут даны основные понятия определения сети, потока, дивергенции в вершине, мощности потока, элементарных потоков, допустимых потоков, сетей с ограничениями. Теорема о разложении потока на сумму элементарных, теорема о существовании максимального потока в сети с ограничениями, симметризованный поток, определение остаточной сети, теорема о связи между максимальным потоком в остаточной сети и максимальным потоком в исходной сети. Потоки и разрезы, теорема Форда-Фалкерсона о максимальном потоке и минимальном разрезе, критерий максимальности потока. Алгоритм Форда-Фалкерсона для нахождения максимального потока в сети, доказательство его корректности, сходимость в целочисленных и нецелочисленных сетях. Алгоритм Эдмондса-Карпа, доказательство его корректности и оценка трудоемкости. Алгоритм Диница, комбинаторные сети, дуговая и вершинная характеристики сетей, теорема о постоянстве характеристики, оценка трудоемкости алгоритма Диница через характеристику сетей. Задачи поиска реберного и вершинного разделяющего множества минимальной мощности для пары вершин графа.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- изучение современных методов решения задач комбинаторной оптимизации. В цели входит подготовка к участию в научных семинарах, научно-технических конференциях и симпозиумах;
- подготовка к оказанию консалтинговых услуг по данной тематике;
- подготовка к участию в международных проектах по тематике дисциплины;
- подготовка к участию в разработке корпоративной политики и мероприятиях в области повышения социальной ответственности бизнеса перед обществом, включая разработку и реализацию решений, направленных на поддержку социально-значимых проектов;
- совершенствование и расширение общенаучной базы; повышение уровня общекультурного и нравственного совершенствования своей личности.

Задачи дисциплины

- изучение основных типов комбинаторных объектов и подходящих структур данных для их представления; освоение понятия трудоемкости алгоритма и сложностной классификации задач;
- изучение основных типов эффективных алгоритмов;
- изучение переборных алгоритмов и методов сокращения перебора.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области информатики и вычислительной техники, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
ОПК-5 Способен и готов к профессиональному росту и руководству коллективом в области информатики и вычислительной техники, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	ОПК-5.3 Стремится к получению новых знаний, профессиональному и личностному росту

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные концепции и профессиональные результаты, системные методологии в профессиональной области; современное состояние и принципиальные возможности языков и систем программирования.

уметь:

- использовать новые знания и применять их в профессиональной деятельности;
- использовать современные теории, методы, системы и средства прикладной математики и информационных технологий для решения научно-исследовательских и прикладных задач.

владеть:

- основами методологии научного познания и системного подхода при изучении различных уровней организации материи, информации, пространства и времени.

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.		10		10
2	Эффективные алгоритмы.		20		20
3	Переборные алгоритмы.		15		15
Итого часов			45		45
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

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

Семестр: 2 (Весенний)

1. Введение.

Проблема выбора. Постановка задачи оптимизации. Примеры. Особенности задач комбинаторной оптимизации. Примеры.

2. Эффективные алгоритмы.

Алгоритмы упорядочения. Пути в графе и алгебра булевских матриц. Построение транзитивного замыкания графа и алгоритмы умножения булевских матриц. Алгоритмы, основанные на обходах графа. Топологический порядок вершин ациклического графа. Анализ метрических свойств и циклической структуры графа. Потoki в сети. Комбинаторные сети. Потокoвые алгоритмы решения комбинаторных задач. Нахождение максимального паросочетания в двудольном графе. Нахождение минимального рассекающего множества в неориентированном графе. Матроид. Примеры. Жадный алгоритм на матроиде. Нахождение остовного дерева максимального веса. Задача о представителях множеств.

3. Переборные алгоритмы.

Дерево полного перебора. Динамическое программирование. Метод ветвей и границ. Экспресс-оценка и форсирование. Нахождение минимального дугового разреза циклов в ориентированном графе.

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. Потокковые алгоритмы [Текст]/Г. М. Адельсон-Вельский, Е. А. Диниц, А. В. Карзанов, -М., Наука, 1975
2. Построение и анализ вычислительных алгоритмов [Текст] / А. Ахо, Дж. Хопкрофт, Дж. Ульман ; пер. с англ. А. О. Слисенко под ред. Ю. В. Матиясевича - М.Мир,1979
3. Комбинаторика для программистов [Текст]/В. Липский , -М., Мир, 1988
4. Дискретный анализ. Формальные системы и алгоритмы [Текст], учеб. пособие для академического бакалавриата /Ю. И. Журавлев, Ю. А. Флёров, М. Н. Вялый. М., Юрайт, 2019

Дополнительная литература

1. Математическое моделирование и дискретная оптимизация [Текст], сб. статей/[отв. ред. А. А. Петров] , -М., ВЦ АН СССР, 1989
2. Дискретная математика для программистов, учебное пособие /Род Хаггарти ; перевод с английского под редакцией С. А. Кулешова ; с дополнениями А. А. Ковалева [и др.]. Москва, ТЕХНОСФЕРА, 2019

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

<http://elibrary.ru/defaultx.asp> Научная электронная библиотека
<http://www.twirpx.com> Все для студента

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)

Методические рекомендации позволяют студенту оптимальным образом организовать процесс обучения. В рабочей программе приведено примерное распределение часов аудиторной и внеаудиторной нагрузки по различным темам данной дисциплины.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению: Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки: Прикладная математика и информатика
Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики
кафедра когнитивных технологий
курс: 1
квалификация: магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: И.А. Фараджев

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области информатики и вычислительной техники, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
ОПК-5 Способен и готов к профессиональному росту и руководству коллективом в области информатики и вычислительной техники, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	ОПК-5.3 Стремится к получению новых знаний, профессиональному и личностному росту

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Комбинаторные алгоритмы оптимизации. Дополнительные главы» обучающийся должен:

знать:

- фундаментальные концепции и профессиональные результаты, системные методологии в профессиональной области; современное состояние и принципиальные возможности языков и систем программирования.

уметь:

- использовать новые знания и применять их в профессиональной деятельности;
- использовать современные теории, методы, системы и средства прикладной математики и информационных технологий для решения научно-исследовательских и прикладных задач.

владеть:

- основами методологии научного познания и системного подхода при изучении различных уровней организации материи, информации, пространства и времени.

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

Примерные задания для текущего контроля:

- 1.Нахождение максимального паросочетания в двудольном графе.
- 2.Нахождение минимального рассекающего множества в неориентированном графе.
- 3.Матроид. Примеры. Жадный алгоритм на матроиде.
- 4.Нахождение остовного дерева максимального веса.
5. Метод ветвей и границ.
- 6.Экспресс-оценка и форсирование.
7. Нахождение минимального дугового разреза циклов в ориентированном графе.

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

Примерный перечень контрольных вопросов:

1. Основные типы комбинаторных объектов.
2. Структуры данных для представления комбинаторных объектов.
3. Трудоемкость алгоритмов и сложность задач.
4. Нижние и верхние оценки сложности. Сводимость и эквивалентность задач.
5. Классы P и NP. NP-полные задачи.
6. Алгоритмы упорядочения.

7. Алгоритмы, основанные на обходах графа.
8. Потоки в сети. Комбинаторные сети.
9. Нахождение минимального рассекающего множества в неориентированном графе.
10. Матроид.
11. Нахождение остовного дерева максимального веса.
12. Дерево полного перебора.

Критерии оценивания

отлично (10) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

отлично (9) - выставляется студенту, показавшему свободное оперирование знаниями учебной программы дисциплины, выполнение заданий творческого характера.

отлично (8) - выставляется студенту, показавшему владение программным учебным материалом с наличием несущественных ошибок в действиях, самостоятельно исправляемых учащимся.

хорошо (7) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускается в ответе или в решении задач некоторые неточности.

хорошо (6) - выставляется студенту если он осознает воспроизведение программного учебного материала, в том числе и различной степени сложности, с несущественными ошибками, затруднения в применении отдельных навыков.

хорошо (5) - выставляется студенту если теоретическое содержание освоено не полностью, некоторые практические навыки сформированы недостаточно, в некоторых случаях были допущены ошибки.

удовлетворительно (4) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения 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.

удовлетворительно (3) - выставляется студенту в случае большого количества недочетов и неправильных ответов, а также пассивной работе в ходе занятий, многие учебные задания не выполнены.

неудовлетворительно (2) - выставляется студенту, 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.

неудовлетворительно (1) - выставляется студенту, который не освоил теоретическое и практическое содержание курса, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

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 на дифференцированном зачете не должен превышать одного астрономического часа.

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой или другими материалами.