

Правительство Российской Федерации

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Национальный исследовательский университет
"Высшая школа экономики"**

Общеуниверситетский факультатив

Подготовка к студенческим олимпиадам по программированию

Программа дисциплины

Автор программы: Густокашин Михаил Сергеевич

Одобрена на заседании Департамента
Больших данных и информационного поиска
Руководитель департамента

В.В.Подольский

Согласована Отделом методического сопровождения
основных образовательных программ

« ____ » _____ 2014 г.

Москва, 2015

Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения департамента-разработчика программы.



1 Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и студентов, ее изучающих.

2 Цели освоения дисциплины

Цель курса — научить применять на практике изученные классические алгоритмы. За счет большого количества написанных программ студенты научатся писать их быстро и с минимальным количеством ошибок. Часть курса посвящена методам тестирования программ, знакомству с обработкой больших данных и обзору задач компьютерной безопасности.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Учебной задачей курса является выработать у студентов навыки применения и разработки алгоритмов для решения олимпиадных задач, анализа существующих решений и выбора наиболее подходящего для конкретной задачи.

В результате изучения курса студенты должны:

знать:

- базовые алгоритмы для решения олимпиадных задач;
- базовые структуры данных для решения олимпиадных задач;
- методы тестирования олимпиадных задач;
- библиотеки, содержащие реализации алгоритмов и структур данных;
- особенности разработки программ для решения олимпиадных задач;

иметь представление:

- о других соревнованиях в области программирования и обработки данных, таких как Challenge24, Kaggle.

уметь:

- реализовывать классические алгоритмы и структуры данных;
- разрабатывать собственные пути решения олимпиадных задач;
- использовать реализации алгоритмов и структур данных из стандартных библиотек;
- оптимизировать и тестировать программы.



В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

Таблица 1

Общекультурные и профессиональные компетенции, формируемые у слушателей курса

Компетенция	Код по ОС НИУ
владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановки цели и выбору путей ее достижения	ОК-1
стремление к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства	ОК-6
умение критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков	ОК-7
осознание социальной значимости своей будущей профессии, обладание высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности	ОК-8
готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОК-10
владение иностранным языком на уровне, достаточном для разговорного общения, а также для поиска и анализа иностранных источников информации	ОК-11
понимание основных концепций, принципов, теорий и фактов, связанных с информатикой	ПК-1
способность к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования	ПК-2
готовность к использованию методов и инструментальных средств исследования объектов профессиональной деятельности	ПК-3
готовность обосновать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнение экспериментов по проверке их корректности и эффективности	ПК-4
способность формализовать предметную область программного проекта и разработать спецификации для компонентов программного продукта	ПК-6
умение применять основы информатики и программирования к проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов	ПК-10
навыки чтения, понимания и выделения главной идеи прочитанного исходного кода, документации	ПК-11
навыки моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения	ПК-12
способность оценивать временную и емкостную сложность программного обеспечения	ПК-13
способность создавать программные интерфейсы	ПК-14
навыки использования различных технологий разработки программного обеспечения	ПК-16
умение применять основные методы и инструменты разработки программного обеспечения	ПК-17

4 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина является общеуниверситетским факультативом. Дисциплина читается во 1 - 4 модулях учебного года. Количество кредитов – 4.

Освоение дисциплины требует знания основ программирования.

5 Тематический план учебной дисциплины

Таблица 2. Тематический план факультативной дисциплины

№ п/п	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные часы		Самостоятельная работа
			Лекции	Семинары	
1 модуль					
1	Сортировка подсчетом и поразрядная сортировка	4	-	2	2
2	Сортировка слиянием	4	-	2	2
3	Быстрая и пирамидальная сортировки	4	-	2	2
4	Линейный, бинарный и тернарный поиск	4	-	2	2
5	Бинарный поиск по ответу	4	-	2	2
6	Использование стандартных функций поиска	4	-	2	2
7	Разбиение на токены	4	-	2	2
8	Конечные автоматы, грамматики	4	-	2	2
	Итого в модуле 1	32	0	16	16
2 модуль					
9	Библиотека STL: хеш-таблицы, сбалансированные деревья, словари	4	-	2	2
10	Библиотека STL: стеки, очереди, деки	4	-	2	2



11	Быстрое вычисление хеш-функций и условия его применения	4	-	2	2
12	Хеш-функции от подстрок	4	-	2	2
13	Сочетание хешей и бинарного поиска	4	-	2	8
14	Суффиксный массив	4	-	2	8
15	Сочетание хешей и бинарного поиска	4	-	2	8
16	Деревья отрезков	4	-	2	8
	Итого в модуле 2	32	0	16	16
3 модуль					
17	RMQ, RSQ, дерево Фенвика	4	-	2	2
18	Декартово дерево, бар	4	-	2	2
19	Динамическое программирование с одним и несколькими параметрами	4	-	2	2
20	Динамическое программирование по подстрокам, с введением дополнительного параметра	4	-	2	2
21	Динамическое программирование по профилю	4	-	2	2
22	Обход в глубину и решаемые с его помощью задачи	4	-	2	2



23	Обход в глубину и решаемые с его помощью задачи	4	-	2	2
24	Кратчайшие пути в графе, остовные деревья	4	-	2	2
25	Потоки в графах	4	-	2	2
26	Метод ветвей и границ	4	-	2	2
Итого в модуле 3		40	0	20	20
3 модуль					
27	Жадные алгоритмы, генетическое программирование, метод отжига	4	-	2	2
28	Простые числа и факторизация, системы счисления	4	-	2	2
29	Быстрое преобразование Фурье.	4	-	2	2
30	Скалярные и векторные произведения, пересечение фигур, выпуклая оболочка	4	-	2	2
31	Скалярные и векторные произведения	4	-	2	2
32	Стереометрические задачи, использование бинарного поиска в вычислительной геометрии	4	-	2	2
33	Автоматизация тестирования, правила написания решений, генерация стресс-тестов	4	-	2	2
34	Практикум по	4	-	2	2

	подготовке исчерпывающего набора тестов				
35	Применение математической статистики и основ машинного обучения к решению реальных задач, олимпиады по аналитике, Kaggle.	4	-	2	2
36	Практическое применение знаний об архитектуре компьютера, устройстве ОС и сетевых протоколов. Декомпиляция и реверс-инжиниринг. Участие в соревнованиях “Capture the flag”.	4	-	2	2
	Итого в модуле 4	40	0	20	20
	Всего	144	0	40	40

6 Формы контроля знаний студентов

Таблица 3. График контроля знаний слушателей факультатива

Тип контроля	Форма контроля	1 уч. год				Параметры
		1	2	3	4	
Текущий (неделя)	Домашние работы	1	1	1	1	Домашние практические задания, представляющие собой реализацию алгоритма, относящегося к теме данного модуля, решение задач
Итоговый (модуль)	Экзамен				1	Решение практических задач

6.1 Критерии оценки знаний, навыков

Каждый студент в течение всего курса будет работать над реализацией изученных алгоритмов и участвовать во внешних соревнованиях по программированию.

В четвертом модуле предусмотрен экзамен в форме решения набора задач за ограниченное время. Оценка за зачет выставляется по десятибалльной шкале.

6.2 Порядок формирования оценок по дисциплине

Итоговая оценка И рассчитывается по следующей формуле:

$$И = 0.6 * (\min(ДЗ + ЗК + ЗТ, 100) / 100) + 0.4 * Э, \text{ где}$$

И - итоговая оценка

ДЗ — количество задач на реализацию изученных алгоритмов

ЗК — количество задач решенных на личных соревнованиях на сайте codeforces.ru

ЗТ — количество задач решенных на командных тренировках и соревнованиях

Э — оценка за зачет в форме контрольной работы

Способ округления — арифметический.

Итоговая оценка конвертируется из десятибалльной шкалы в пятибалльную и проставляется в зачетную ведомость в соответствии со следующей таблицей.

Таблица 4. Соответствие оценок по десятибалльной и пятибалльной системам.

По десятибалльной шкале	По пятибалльной шкале
1 – неудовлетворительно 2 – очень плохо 3 – плохо	неудовлетворительно – 2
4 – удовлетворительно 5 – весьма удовлетворительно	удовлетворительно – 3
6 – хорошо 7 – очень хорошо	хорошо – 4
8 – почти отлично 9 – отлично 10 – блестяще	отлично – 5

7 Содержание дисциплины

7.1 Алгоритмы сортировки в олимпиадных задачах

Сортировки подсчетом, поразрядная, слиянием, быстрая, пирамидальная, trim-sort.
 Сравнение эффективности и методы оптимизации сортировки.

Основная литература:

- [Главы 6-8] Кормен, Томас Х. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005
- [Главы 6-10] Седжвик Р. Фундаментальные алгоритмы на C++ / Роберт Седжвик. - К.: Издательство «ДиаСофт», 2001

7.2 Алгоритмы поиска в олимпиадных задачах

Линейный, бинарный и тернарный поиск. Бинарный поиск по ответу. Стандартные функции поиска.

Основная литература:

1. [Глава 9] Кормен, Томас Х. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005
2. [Глава 12] Седжвик Р. Фундаментальные алгоритмы на C++ / Роберт Седжвик. - К.: Издательство «ДиаСофт», 2001

7.3 Задачи на обработку текстов

Разбиение на токены, конечные автоматы, грамматики.

Основная литература:

1. [Главы 15-16] Шень. А. Программирование теоремы и задачи / А. Шень. - М.:МЦНМО, 2004

7.4 Использование структур данных из стандартной библиотеки языка программирования

Хеш-таблицы, сбалансированные бинарные деревья поиска, стеки, очереди, деки, словари, динамически расширяемые массивы.

Основная литература:

1. Джосьютис А. C++ Стандартная библиотека. Для профессионалов / Н. Джосьютис. - СПб Питер, 2004

7.5 Применение хеш-функций

Быстрое вычисление хеш-функций и условия его применения, хеш-функции от подстроки, сочетание хешей и бинарного поиска, суффиксный массив.

Основная литература:

1. [Глава 14] Седжвик Р. Фундаментальные алгоритмы на C++ / Роберт Седжвик. - К.: Издательство «ДиаСофт», 2001
2. [Глава 11] Кормен, Томас Х. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005

7.6 Применение нестандартных структур данных и их эффективная реализация

Деревья отрезков, RMQ, RSQ, дерево Фенвика, Декартово дерево, бор.

Основная литература:

1. [Главы 12-13] Кормен, Томас Х. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005
2. [Главы 12-13] Седжвик Р. Фундаментальные алгоритмы на C++ / Роберт Седжвик. - К.: Издательство «ДиаСофт», 2001

7.7 Динамическое программирование

Динамическое программирование с одним и несколькими параметрами, по подстрокам, с введением дополнительного параметра, по профилю.

Основная литература:

1. [Глава 15] Кормен, Томас Х. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005

7.8 Применение алгоритмов на графах

Обход в глубину и решаемые с его помощью задачи, кратчайшие пути в графе, остовные деревья, потоки.

Основная литература:

1. [Главы 22-26] Кормен, Томас Х. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005

7.9 Полный перебор, методы его оптимизации и рандомизированные алгоритмы

Метод ветвей и границ, жадные алгоритмы, генетическое программирование, метод отжига.

Основная литература:

1. [Главы 4, 5, 16, 34-35] Кормен, Томас Х. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005

7.10 Использование математических алгоритмов

Простые числа и факторизация, системы счисления, быстрое преобразование Фурье.

Основная литература:

1. [Главы 30-31] Кормен, Томас Х. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005

7.11 Геометрические алгоритмы

Скалярные и векторные произведения, пересечения фигур, выпуклые оболочки, стереометрические задачи, использование бинарного поиска в вычислительной геометрии.

Основная литература:

1. [Глава 33] Кормен, Томас Х. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005

7.12 Методы тестирования олимпиадных задач

Автоматизация тестирования, правила написания решений, генерация стресс-тестов, практикум по подготовке исчерпывающего набора тестов.

7.13 Обзор задач по обработке больших данных

Применение математической статистики и основ машинного обучения к решению реальных задач, олимпиады по аналитике, Kaggle.

7.14 Обзор соревнований по компьютерной безопасности

Практическое применение знаний об архитектуре компьютера, устройстве ОС и сетевых протоколов. Декомпиляция и реверс-инжиниринг. Участие в соревнованиях “Capture the flag”.

8 Образовательные технологии



9 Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

9.1 Средства текущего контроля и аттестации

Текущий контроль осуществляется с помощью автоматизированных систем проверки решения задач по программированию:

- informatics.mcsme.ru (для домашних заданий)
- codeforces.ru (для личных соревнований)
- opentrains.snarknews.info и contest.yandex.ru (для командных тренировок)

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

10.1 Базовые учебники

1. Кормен, Томас Х. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005
2. Седжвик Р. Фундаментальные алгоритмы на C++ / Роберт Седжвик. - К.: Издательство «ДиаСофт», 2001

10.2 Основная литература

1. Кормен, Томас Х. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005
2. Седжвик Р. Фундаментальные алгоритмы на C++ / Роберт Седжвик. - К.: Издательство «ДиаСофт», 2001
3. Джосьютис А. C++ Стандартная библиотека. Для профессионалов / Н. Джосьютис. - СПб Питер, 2004
4. Шень. А. Программирование теоремы и задачи / А. Шень. - М.: МЦНМО, 2004
5. Кнут Д. Искусство программирования / Д.Кнут. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2001
6. Грэхем Р. Конкретная математика. Основание информатики / Р. Грэхем, Д. Кнут, О. Паташник. - М.: Мир, 1998

10.3 Программные средства

Microsoft Visual C++ 2013 Express Edition
Code::Blocks 12.05

10.4 Дистанционная поддержка дисциплины

11 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Автор:

Густокашин М.С.