

Министерство образования и науки Российской Федерации
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Механико-математический факультет

«Утверждаю»

И.о. декана механико-
математического факультета
профессор В.Н. Чубариков

ПРОГРАММА
повышения квалификации

**«Математические методы в разработке программного
обеспечения»**

Москва - 2014

1. Цель реализации программы.

Обучение математическим методам и современным технологиям разработки программного обеспечения. Приобретение слушателями глубоких теоретических знаний в области структур данных и современных средств работы с ними, основных алгоритмов, определения сложности работы алгоритма и программы. Обучение методам решения задач линейной алгебры, теории чисел и линейного программирования. Изучение современных стандартов, протоколов и технологий разработки веб-приложений и баз данных. Комплексное обновление и качественное изменение компетенций, перечисленных в следующем разделе. Знания и навыки, полученные в ходе обучения, могут быть использованы в практической работе, а также при обучении информатике и программированию в школах и ВУЗах.

2. Формализованные результаты обучения.

Выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

- способность ставить и решать задачи с использованием современных информационно-коммуникационных технологий,
- способность осуществлять и обосновывать выбор алгоритмических решений по видам задач,
- способность использовать технологические и функциональные стандарты, современные модели и методы оценки качества и надежности при проектировании, конструировании и отладке программных средств,
- способность формировать требования к информационной системе, участвовать в реинжиниринге прикладных и информационных процессов,
- способность моделировать и проектировать структуры данных и знаний, прикладные и информационные процессы,
- способность применять к решению задач базовые алгоритмы, выполнять оценку сложности алгоритмов, программировать и тестировать программы,
- способность оценивать и выбирать современные операционные среды и информационно-коммуникационные технологии для решения задач,
- способность применять методы анализа поставленной задачи на концептуальном, логическом, математическом и алгоритмическом уровнях,
- способность анализировать рынок программно-технических средств, информационных продуктов и услуг для решения задач и создания информационных систем,
- способность принимать системный подход и математические методы в решении задач,
- способность готовить обзоры научной литературы и электронных информационно-образовательных ресурсов для профессиональной деятельности.

3. Содержание программы

Учебный план

программы повышения квалификации

«Математические методы в разработке программного обеспечения»

Категория слушателей: сотрудники, студенты ВУЗов, программисты, преподаватели программирования и информатики

Срок обучения 250 часов

Форма обучения без отрыва от работы

№ п/п	Наименование разделов	Всего, час.	в том числе	
			лекции	практические и лабораторные занятия
	Математические методы в разработке программного обеспечения	250	134	116
	Итоговая аттестация	Экзамен, зачет		

Учебно-тематический план
 программы повышения квалификации
«Математические методы в разработке программного обеспечения»

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего, час	в том числе		
			лекции	практические и лабораторные занятия	
				консультации	самостоятельная работа
1.	Объектно-ориентированное программирование	50	16	16	18
2.	Алгоритмы и структуры данных	90	40	24	26
3.	Вычислительные методы и линейное программирование	60	18	20	22
4.	Теоретико-числовые алгоритмы и приложения к криптографии	50	24	12	14
5.	Интернет-технологии и веб-разработка	78	20	28	30
6.	Базы данных	50	16	16	18

Учебная программа
повышения квалификации

«Математические методы в разработке программного обеспечения»

	Лекции	Практич. занятия	Самостоят. работа
1. Объектно-ориентированное программирование	16	16	18
1.1. Базовые типы и управляющие конструкции. Массивы, итераторы, работа с консолью и файлами. Исключения и их обработка.	4	4	4
1.2. Классы: наследование, полиморфизм, инкапсуляция. Модификаторы доступа, статические методы. Абстрактные классы и интерфейсы. Стандартные контейнеры.	6	4	4
1.3. Современные управляемые языки: Java и C#. Виртуальные машины, JIT-компиляция, автоматическая сборка мусора. Информация о типах данных времени исполнения, сериализация.	2	2	4
1.4. Программирование оконных приложений. Событийное программирование. Основы работы с графикой.	4	6	6
2. Алгоритмы и структуры данных	40	24	26
2.1. Сложность алгоритмов. Метод "разделяй и властвуй". Бинарный поиск, алгоритмы сортировки: выбором, вставками, слиянием, быстрая сортировка. Элементы компьютерной алгебры: умножение многочленов, матриц, быстрое преобразование Фурье.	4	2	2
2.2. Базовые структуры данных: стек, очередь, вектор. Очередь с приоритетами, реализация с помощью бинарной кучи. Пирамидальная сортировка. Система непересекающихся множеств.	4	2	2
2.3. Алгоритмы в графах. Поиск в ширину и глубину, топологическая сортировка, определение сильных компонент связности ориентированных графов. Поиск кратчайшего пути, алгоритм Дейкстры.	4	2	2
2.4. Жадные алгоритмы. Задача кэширования и задача о составлении расписания. Минимальные остовные деревья, алгоритмы Прима и Крускала.	4	4	4
2.5. Динамическое программирование. Алгоритмы Беллмана-Форда и Флойда-Уоршелла.	4	2	4
2.6. Хеш-таблицы. Бинарные деревья поиска. Сбалансированные деревья. AVL и красно-черные деревья.	6	4	4
2.7. Алгоритмы работы со строками. Поразрядная сортировка, деревья поиска, поиск	8	4	4

подстроки. Оптимальный префиксный код Хаффмана. Расстояние Левенштейна.			
2.8. NP-полные задачи. Задача о рюкзаке и задача коммивояжера. Методы решения NP-задач.	6	4	4
3. Вычислительные методы и линейное программирование	18	20	22
3.1. Основы вычислительных методов. Понятие машинного нуля, численное дифференцирование и интегрирование. Поиск корней методом деления пополам, алгоритм Ньютона.	2	2	2
3.2. Метод наименьших квадратов. Системы линейных уравнений. Метод Гаусса.	2	4	4
3.3. Задача линейного программирования. Геометрическая интерпретация, структура множества допустимых значений. Базисы и вырожденность. Двойственная задача линейного программирования. Симплекс-метод.	6	6	8
3.4. Задача целочисленного линейного программирования. NP-полнота. Метод отсечения, метод ветвей и границ.	4	4	4
3.5. Решение комбинаторных задач методами линейного программирования.	4	4	4
4. Теоретико-числовые алгоритмы и приложения к криптографии	24	12	14
4.1. НОД и алгоритм Евклида. Кольцо вычетов, китайская теорема об остатках. Основы теории групп, малая теорема Ферма, теорема Эйлера.	4	2	2
4.2. Символ Лежандра, квадратичный закон взаимности Гаусса. Задача дискретного логарифмирования.	4	2	2
4.3. Вероятностные тесты на простоту. Числа Кармайкла. Тест Рабина-Миллера.	6	2	4
4.4. Криптография с открытым ключом. Алгоритмы Диффи-Хеллмана и RSA. Хеширование, цифровая подпись.	6	4	4
4.5. Инфраструктура PKI: сертификационные центры, управление сертификатами.	4	2	2
5. Интернет-технологии и веб-разработка	20	28	30
5.1. Введение в многопоточное программирование и примитивы синхронизации.	2	2	2
5.2. IP протокол, сетевая адресация. Создание классического многопоточного сервера и клиентского приложения.	2	2	2
5.3. HTTP и другие текстовые сетевые протоколы (FTP, SMTP, POP3). Криптография в сети и безопасные протоколы.	2	2	2
5.4. Язык разметки гипертекстовых страниц HTML. Каскадные таблицы стилей CSS.	4	6	6
5.5. Способы кодирования текста. Форматы хранения и передачи данных XML, JSON, BSON.	2	2	2

5.6. Создание веб-приложения с использованием паттерна MVC.	4	8	10
5.7. Язык Javascript. Интерактивные веб-приложения с использованием технологии AJAX.	4	6	6
6. Базы данных	16	16	18
6.1. Обзор моделей баз данных. Реляционные базы данных. Таблицы, индексы, внешние ключи.	4	2	2
6.2. Реляционная алгебра. Язык запросов SQL.	4	4	4
6.3. Создание базы данных. Доступ к базам данных из приложений. Веб-приложение, работающее с базой данных.	4	6	6
6.4. NoSQL-хранилища, их типы и использование.	4	4	6

Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ по курсу не предусмотрено.

Перечень практических занятий

Номер темы	Наименование практического занятия
1.1	Базовые типы и управляющие конструкции. Массивы, итераторы, работа с консолью и файлами. Исключения и их обработка.
1.2	Классы: наследование, полиморфизм, инкапсуляция. Модификаторы доступа, статические методы. Абстрактные классы и интерфейсы. Стандартные контейнеры.
1.3	Современные управляемые языки: Java и C#. Виртуальные машины, JIT-компиляция, автоматическая сборка мусора. Информация о типах данных времени исполнения, сериализация.
1.4	Программирование оконных приложений. Событийное программирование. Основы работы с графикой.
2.1	Сложность алгоритмов. Метод "разделяй и властвуй". Бинарный поиск, алгоритмы сортировки: выбором, вставками, слиянием, быстрая сортировка. Элементы компьютерной алгебры: умножение многочленов, матриц, быстрое преобразование Фурье.
2.2	Базовые структуры данных: стек, очередь, вектор. Очередь с приоритетами, реализация с помощью бинарной кучи. Пирамидальная сортировка. Система непересекающихся множеств.
2.3	Алгоритмы в графах. Поиск в ширину и глубину, топологическая сортировка, определение сильных компонент связности ориентированных графов. Поиск кратчайшего пути, алгоритм Дейкстры.
2.4	Жадные алгоритмы. Задача кэширования и задача о составлении расписания. Минимальные остовные деревья, алгоритмы Прима и Крускала.

2.5	Динамическое программирование. Алгоритмы Беллмана-Форда и Флойда-Уоршелла.
2.6	Хеш-таблицы. Бинарные деревья поиска. Сбалансированные деревья. AVL и красно-черные деревья.
2.7	Алгоритмы работы со строками. Поразрядная сортировка, деревья поиска, поиск подстроки. Оптимальный префиксный код Хаффмана. Расстояние Левенштейна.
2.8	NP-полные задачи. Задача о рюкзаке и задача коммивояжера. Методы решения NP-задач.
3.1	Основы вычислительных методов. Понятие машинного нуля, численное дифференцирование и интегрирование. Поиск корней методом деления пополам, алгоритм Ньютона.
3.2	Метод наименьших квадратов. Системы линейных уравнений. Метод Гаусса.
3.3	Задача линейного программирования. Геометрическая интерпретация, структура множества допустимых значений. Базисы и вырожденность. Двойственная задача линейного программирования. Симплекс-метод.
3.4	Задача целочисленного линейного программирования. NP-полнота. Метод отсечения, метод ветвей и границ.
3.5	Решение комбинаторных задач методами линейного программирования.
4.1	НОД и алгоритм Евклида. Кольцо вычетов, китайская теорема об остатках. Основы теории групп, малая теорема Ферма, теорема Эйлера.
4.2	Символ Лежандра, квадратичный закон взаимности Гаусса. Задача дискретного логарифмирования.
4.3	Вероятностные тесты на простоту. Числа Кармайкла. Тест Рабина-Миллера.
4.4	Криптография с открытым ключом. Алгоритмы Диффи-Хеллмана и RSA. Хеширование, цифровая подпись.
4.5	Инфраструктура PKI: сертификационные центры, управление сертификатами.
5.1	Введение в многопоточное программирование и примитивы синхронизации.
5.2	IP протокол, сетевая адресация. Создание классического многопоточного сервера и клиентского приложения.
5.3	HTTP и другие текстовые сетевые протоколы (FTP, SMTP, POP3). Криптография в сети и безопасные протоколы.
5.4	Язык разметки гипертекстовых страниц HTML. Каскадные таблицы стилей CSS.
5.5	Способы кодирования текста. Форматы хранения и передачи данных XML, JSON, BSON.
5.6	Создание веб-приложения с использованием паттерна MVC.
5.7	Язык Javascript. Интерактивные веб-приложения с использованием технологии AJAX.
6.1	Обзор моделей баз данных. Реляционные базы данных. Таблицы, индексы, внешние ключи.
6.2	Реляционная алгебра. Язык запросов SQL.

6.3	Создание базы данных. Доступ к базам данных из приложений. Веб-приложение, работающее с базой данных.
6.4	NoSQL-хранилища, их типы и использование.

Итоговая аттестация состоит из защиты выпускной квалификационной работы, включающей написание алгоритма решения задачи, его реализацию и определение сложности этой реализации.

Материально-технические условия реализации программы

Для успешной реализации программы требуется современный компьютерный класс, оборудованный

а) компьютерами с характеристиками

процессор: Intel® Core™ 2 Duo CPU, E8500 3,16 ГГц

память: 2.00 ГБ ОЗУ, 3.17 ГГц

или выше, подключенный к сети Internet,

б) мультимедийная доска Smart Board TM (или ее аналог) с технологией дистанционного применения,

в) стационарный проектор Toshiba DLP (или его аналог) с управлением от пульта или с компьютера преподавателя.

Учебно-методическое обеспечение программы

1. Ахо А., Хопкрофт Д., Ульман Д. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. – М.: Мир, 1979.
2. Борисенко В.В. Основы программирования. – М.: ИнтУИТ, 2005.
3. Валединский В.Д., Пронкин Ю.Н., Вычислительные системы и программирование. I, II. – М.: Изд-во МГУ, 2000.
4. Грэхем Р., Кнут Д., Паташник О. Конкретная математика. – М.: Мир, 1987.
5. Дасгупта С., Пападимитриу Х., Вазирану У. Алгоритмы. – М.: МЦНМО, 2014
6. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. Т.1-3. – М., СПб., Киев: Вильямс, 2000.
7. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: построение и анализ. – М.: МЦНМО, 200, 2001.
8. Панкратьев Е.В. Элементы компьютерной алгебры. – М.: ИнтУИТ, 2007.
9. Фергюсон Н., Шнейер Б. Практическая криптография. – М.: Вильямс, 2005.
10. Шень А. Программирование: теоремы и задачи. – М.: МЦНМО, 1995.
11. Шнайер Б. Прикладная криптография. – М.: Триумф, 2002.
12. Шнайер Б. Секреты и ложь. Безопасность данных в цифровом мире. – СПб: Питер, 2000.

Требования к результатам обучения

В результате обучения слушатели должны: получить навыки программирования на современном объектно-ориентированном языке, знать классические алгоритмы сортировки, алгоритмы на графах и строках, знать и уметь применять ключевые структуры данных, уметь оценивать сложность и эффективность алгоритмов, знать основы вычислительных методов, методы линейного программирования, основы теории чисел, алгоритмы и инфраструктуру криптографии с открытым ключом, получить опыт разработки веб-приложений и баз данных.

Составители программы

Панкратьев Е.В., к.ф.-м.н., доцент
Михалев А.В., д.ф.-м.н., профессор
Главацкий С.Т., к.ф.-м.н., доцент
Адрианов Н.М., к.ф.-м.н., с.н.с.
Крейнес Е.М., к.ф.-м.н., с.н.с.