



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

Факультет компьютерных наук
Департамент больших данных и информационного поиска

**Рабочая программа дисциплины
Избранные вопросы теории вычислений и
математической логики**

для образовательной программы Прикладная математика и информатика
направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»
уровень - бакалавр

Авторы программы:
Гнатенко А.Р. (agnatenko@hse.ru)

Одобрена на заседании департамента больших данных и информационного поиска
«__»_____ 2020 г.
Руководитель департамента
В.В.Подольский _____

Утверждена Академическим советом образовательной программы
«__»_____ 2020 г., № протокола _____

Академический руководитель образовательной программы
Е.А. Соколов _____

Москва, 2020

*Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и
другими вузами без разрешения кафедры-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, учебных ассистентов и студентов направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» образовательной программы «Прикладная математика и информатика», изучающих дисциплину «Дискретная математика 2». Программа разработана в соответствии с:

- ¾ образовательным стандартом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования НИУ ВШЭ по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» (квалификация – бакалавр);
- ¾ образовательной программой «Прикладная математика и информатика» по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» (уровень подготовки: Бакалавр);
- ¾ рабочим учебным планом университета по образовательной программе «Прикладная математика и информатика», утвержденным в 2017 г.

2 Цели освоения дисциплины

- Основная цель освоения дисциплины «Избранные вопросы теории вычислений и математической логики»
- дать студентам возможность получить углублённые знания по дискретной математике, теории вычислений и математической логике по сравнению с обязательным курсом «Дискретная математика-2».

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать продвинутые понятия, модели и методы теории вычислений и математической логики, которые могут быть полезны для дальнейшего изучения последующих дисциплин, а также для применения в профессиональной деятельности;

Уметь использовать полученные знания для решения задач как в области дискретной математики, математической логики и теории вычислений, так и за их пределами;

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ОС ВШЭ	Уровень формирования компетенции	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию Компетенции
Способен учиться, приобретать новые знания, умения, в том числе в области, отличной от профессиональной	УК-1	МЦ, СД	Умение учиться и приобретать новые знания и умения в области теории вычислений и математической логики	Лекции, практические занятия, домашние задания
Способен вести исследовательскую деятельность, включая анализ проблем, постановку целей и задач, выделение объекта и предмета исследования, выбор способа и методов исследования, а также оценку его качества	УК-6	РБ	Умение формализовывать проблемы и изучение методов исследований теории вычислений и математической логики	Лекции, практические занятия, домашние задания
Способен описывать проблемы и ситуации профессиональной деятельности, используя язык и аппарат математики	ПК-1	РБ, СД	Умение строить строгие математические модели неформально поставленных задач	Практические занятия, домашние задания



Способен математически корректно формулировать и доказывать утверждения, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата	ПК-2	РБ, СД	Умение формулировать и доказывать теоремы из области теории вычислений и математической логики. Умение строить собственные утверждения и их доказательства при решении задач	Лекции, домашние задания,
совершенствовать и применять современный математический аппарат	ПК-3		Умение использовать аппарат теории вычислений и математической логики при решении задач и понимать теоретический материал	Лекции, домашние задания
Способен формализовать и алгоритмизировать поставленную задачу	ПК-4	РБ, СД	Умение формализовывать математическую задачу и строить алгоритм для её решения	Домашние задания
Способен вести письменную и устную коммуникацию на русском (государственном) языке в рамках профессионального и научного общения, как межличностного, так и группового	ПК-10	СД	Умение излагать свои решения в письменном виде и совершенствование коммуникации на русском языке при обсуждении и решении задач	Лекции, домашние задания
Способен грамотно и аргументировано публично представлять результаты своей научной и профессиональной деятельности, в т.ч. используя современные средства ИКТ.	ПК-15		Умение излагать формулировки и доказательства теорем, решения задач по теории вычислений и математической логике.	Домашние задания

4 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина относится к базовой части профессионального цикла, является самостоятельной учебной дисциплиной, относится к математическому и естественнонаучному циклу дисциплин. Для направления 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» дисциплина является дополнительной.

Для освоения учебной дисциплины студенты должны владеть знаниями и навыками в объеме программы средней школы по математике и освоить учебные курсы:

Дискретная математика

Линейная алгебра и геометрия

Дискретная математика 2 (в объеме базового потока; читается параллельно с факультативом)

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

Основы и методология программирования;

Алгоритмы и структуры данных;

Теория вычислений;

Комбинаторика, графы и вычислительная логика;

Функциональное программирование;

Функциональное и логическое программирование;



Верификация программного обеспечения;
Дискретная оптимизация;
Сложность вычислений и логика в
теоретической информатике;
Теория информации;
Сложность вычислений и логика в
теоретической информатике 2;
Прикладная теория графов.

5 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы			Самостоятельная работа
			Лекции	Семинары	Практические занятия	
1	Регулярные языки и автоматы	12	6			15
2	Универсальные модели вычислений	12	6			14
3	Логические способы описания языков	8	4			10
4	Основы логического программирования	4	2			5
5	Арифметичность вычислимых функций	8	4			10
Итого:		76	22			54

6 Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	1 год				Параметры **
		1	2	3	4	
Текущий	Домашнее задание		1			Оценки $O_{дз}$
Итоговый	Экзамен		1			Письменный экзамен - $O_{экз}$

7 Критерии оценки знаний, навыков

Для прохождения контроля студент должен продемонстрировать понимание основных определений, знание теорем и методов, умение применять изученные методы для решения задач. Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

За домашнее задание или экзамен допускается оценка 0 в тех случаях, когда студент решил ни одной задачи в работе или ничего не рассказал на экзамене. Оценка 0 также ставится в случаях доказанного списывания на экзамене.

Комиссия проходит в форме устного экзамена, накопленная оценка не учитывается.

8 Содержание дисциплины

1. Детерминированные конечные автоматы и регулярные языки.
2. Недетерминированные конечные автоматы. Алгоритм детерминизации.
3. Лемма о накачке. Нерегулярные языки.
4. Алгоритмы поиска подстроки в строке с помощью теории автоматов.
5. *Алгебраическое описание регулярных языков. Минимизация автоматов.
6. *Регулярные выражения.
7. *Древесные и древоходные автоматы.
8. Частично рекурсивные функции.
9. Бестиповое лямбда-исчисление.
10. Логические системы $FO(N, <)$, $MSO(N, <)$, их выразительная сила.



11. Автоматы Бюхи и Маллера. Трансляция формул MSO в автоматы Бюхи и обратно.
12. Основы логического программирования. Алгоритм вычисления логической программы.
13. *Формальная арифметика. Арифметичность вычислимых функций. Доказуемость.
14. *Логика второго порядка.
15. *Вычисления с оракулом.

Темы, помеченные * являются дополнительными. Они могут быть включены в курс, если позволит время.

9 Порядок формирования оценок по дисциплине

Итоговый контроль.

Если $O_{\text{дз}}$ не меньше 4, то по желанию студента она может быть проставлена автоматом как итоговая. То есть, $O_{\text{итог}} = O_{\text{дз}}$.

Если $O_{\text{дз}}$ меньше 4 или студент хочет улучшить оценку, проводится письменный экзамен, за который ставится оценка $O_{\text{экз}}$. Тогда

$$O_{\text{итог}} = 0,5 \cdot O_{\text{дз}} + 0,5 O_{\text{экз}},$$

В вычислениях текущие оценки и промежуточные величины не округляются. Результат вычисляется точно и округляется только в момент выставления итоговой оценки. Итоговая оценка округляется вверх. Перевод в 5-балльную шкалу осуществляется по правилу:

Оценка по 10-балльной шкале	Оценка по 5-балльной шкале
1, 2, 3	Неудовлетворительно
4, 5	Удовлетворительно
6, 7	Хорошо
8, 9, 10	Отлично