

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова  
Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
И. о. декана механико-математического  
факультета МГУ

\_\_\_\_\_/В. Н. Чубариков /

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.  
М.П.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Наименование дисциплины:	<b>Конструктивность в математике и логике</b>
Уровень высшего образования:	Специалитет
Направление подготовки / специальность:	01.05.01 «Фундаментальные математика и механика»
Направленность (профиль)/специализация ОПОП:	Специализация «Фундаментальная математика»
Форма обучения:	Очная ( <i>очная, очно-заочная</i> )
Язык преподавания:	Русский
Автор (авторы) программы:	Плиско Валерий Егорович, доцент, к.ф.-м.н.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
*На заседании кафедры математической логики и теории алгоритмов*

Москва 2018

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности «Фундаментальные математика и механика» (программы специалитета) от 22 июля 2011 года № 729 (в редакции приказов МГУ от 22 ноября 2011 года № 1066, от 21 декабря 2011 года № 1228, от 30 декабря 2011 года № 1289, от 30 июня 2016 года № 746).

## Содержимое

1.	Место дисциплины в структуре ОПОП ВО .....	3
2.	Объем дисциплины .....	3
3.	Формат обучения .....	3
4.	Преподаватели .....	3
5.	Входные требования для освоения дисциплины .....	3
6.	Результаты обучения по дисциплине .....	3
7.	Содержание дисциплины .....	5
8.	Ресурсное обеспечение .....	6
8.1.	Список основной литературы .....	6
8.2.	Список дополнительной литературы (при наличии) .....	6
8.3.	Список программного обеспечения .....	6
8.4.	Список баз данных и информационных справочных систем .....	6
8.5.	Список ресурсов сети «Интернет» .....	7
8.6.	Материально-техническое обеспечение .....	7
9.	Фонд оценочных средств .....	7
9.1.	Текущий контроль успеваемости .....	7
9.2.	Промежуточная аттестация .....	7

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Относится к вариативной части.

## 2. Объем дисциплины

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 з.е., в том числе 36 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 72 академических часа на самостоятельную работу обучающихся.

## 3. Формат обучения

Очный с применением электронного обучения.

## 4. Преподаватели

Дисциплину ведут преподаватели кафедры дискретной математики.

## 5. Входные требования для освоения дисциплины

Отсутствуют

## 6. Результаты обучения по дисциплине

Компетенции выпускников	Индикаторы достижения компетенций, реализуемые в настоящей дисциплине	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
<b>Компетенция УК-1</b> Способность формулировать научно обоснованные гипотезы, создавать теоретические модели явлений и процессов, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности.	<b>Индикатор УК-1.1</b> Способен формулировать научно обоснованные гипотезы.	Уметь формулировать научно обоснованные гипотезы.
	<b>Индикатор УК-1.2</b> Умеет создавать теоретические модели явлений и процессов, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности.	Знать основные принципы математического моделирования.  Уметь создавать теоретические модели явлений и процессов, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности.
<b>Компетенция ОПК-1</b> Готовность использовать фундаментальные знания в области	<b>Индикатор ОПК-1.1.</b> Способен использовать фундаментальные знания в области дискретной математики в будущей профессиональной деятельности	Знать основные понятия в области дискретной математики  Уметь применять знания в области дискретной математики

дискретной математики в будущей профессиональной деятельности		Владеть основными методами дискретной математики
Компетенция ОПК-3. Способность находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем	Индикатор ОПК-3.1. Способен находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем	Знать основные методы оценки применимости математических моделей и алгоритмов к решению задач.  Уметь реализовывать программно основные математические алгоритмы.  Владеть основными методами анализа математических алгоритмов.
Компетенция ПК-1. Способность к самостоятельному анализу поставленной задачи, выбору корректного метода ее решения, построению алгоритма и его реализации, обработке и анализу полученной информации	Индикатор ПК-1.1. Способен анализировать поставленные задачи, выбирать и реализовывать методы решения задач математики и механики.	Знать основные методы решения задач, рассматриваемых в дисциплине.  Уметь выбирать метод решения конкретной задачи с учетом ограничений на область применимости методов.
Компетенция ПК-3. Способность создавать и исследовать новые математические модели явлений реального мира, сред, тел и конструкций	Индикатор ПК-3.1. Способен создавать и исследовать новые математические модели явлений реального мира, сред, тел и конструкций	Знать основные математические модели в изучаемой области знаний.  Уметь варьировать изучаемые модели с целью повышения точности модели и/или изменения области применимости модели
Компетенция ПК-5. Умение ориентироваться в современных методах и алгоритмах	Индикатор ПК-5.1. Ориентируется в современных методах и алгоритмах компьютерной математики	Знать современные методы и алгоритмы компьютерной математики, их достоинства и недостатки, области применимости.

компьютерной математики		
Компетенция СПК-1. Владение специальными разделами фундаментальной математики, методами анализа и решения задач специализации	Индикатор СПК-1.1. Владеет методами анализа и решения задач специального раздела фундаментальной математики	Знать: методы анализа и решения задач специального раздела фундаментальной математики  Уметь: обоснованно выбирать методы решения задач специального раздела фундаментальной математики  Владеть: техниками применения методов анализа и решения задач специального раздела фундаментальной математики

## 7. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Номинальные трудозатраты обучающегося				
		Всего ак. ч.	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, ак. ч.			Самостоят. работа, ак. ч.
			Ауд., ак. ч.	Лекции, ак. ч.	Семинары, практ., ак. ч.	
1	Основы теории множеств.	5	2	2		3
2	Логика высказываний:	6	2	2		4
3	Логика предикатов.	7	2	2		5
4	Отношения и функции.	6	2	2		4
5	Булевы алгебры.	6	2	2		4
6	Мощность множества.	6	2	2		4
7	Счетные и континуальные множества.	6	2	2		4
8	Машины Тьюринга.	6	2	2		4
9	Частично рекурсивные функции.	8	2	2		6
10	Секвенциальное исчисление высказываний.	8	2	2		6
11	Основные понятия теории сложности вычислений.	6	2	2		4
12	Иерархии классов сложности.	9	2	2		7
13	Вычисления с оракулами.	6	2	2		4
14	Вероятностные вычисления.	7	2	2		5
15	Неоднородные модели вычислений.	8	4	4		4

16	Теоремы Савича и Иммермана – Селепченни.	8	4	4		4
17	Промежуточная аттестация - устный экзамен.	0	0			
	<b>Итого, ак. ч.</b>	<b>108</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>72</b>

## 8. Ресурсное обеспечение

### 8.1. Список основной литературы

1. Goldreich, O. Computational complexity: A conceptual perspective. – Cambridge University Press, 2008.
2. Papadimitriou C. H. Computational complexity. – Addison-Wesley, 1994.
3. Rudich S., Wigderson A. (eds.) Computational complexity. theory – IAS/Park City Mathematical Series, v. 10, American Mathematical Society, 2004.
4. Кремер, Н. Ш. Математическая статистика: учебник и практикум для вузов / Н. Ш. Кремер. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 259 с.
5. Крупский В. Н. Введение в сложность вычислений. М.: Факториал Пресс, 2006.
6. Кузюрин Н. Н., Фомин С. А. Эффективные алгоритмы и сложность вычислений. Электронное издание, версия от 7 марта 2018 г. ([http://discopal.ispras.ru/img\\_auth.php/f/f4/Book-advanced-algorithms.pdf](http://discopal.ispras.ru/img_auth.php/f/f4/Book-advanced-algorithms.pdf)).
7. Пальчунов, Дмитрий Евгеньевич. Математическая логика и теория алгоритмов [Текст: электронный ресурс]: учебное пособие: [для студентов факультетов информационных технологий, математических, естественнонаучных и философских факультетов университетов] / Д.Е. Пальчунов; М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. ун-т, Фак. информ. технологий. (Новосибирск: РИЦ НГУ, 2016). Ч.1. (, 2016). URL: <http://elib.nsu.ru/dsweb/Get/Resource-1133/page001.pdf>

### 8.2. Список дополнительной литературы (при наличии)

1. Du D.-Z., Ko K.-I. Theory of computational complexity. – John Wiley & Sons, 2000.
2. Sipser M. Introduction to the theory of computation. – Thomson Course Technology, 2nd ed., 2006.
3. Лавров, Игорь Андреевич. Математическая логика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим и естественнонаучным специальностям / И. А. Лавров; под ред. Л. Л. Максимовой. Москва: Академия, 2006, 39, [1] с.: ил; 22 см. (Университетский учебник. Прикладная математика и информатика). ISBN 5-7695-2735-8.
4. Мендельсон, Э. Введение в математическую логику / Э. Мендельсон; под ред. С.И. Адян; пер. с англ. Ф.А. Кабакова. - Москва: Наука, 1971 - 320 с.: ил.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458257>

### 8.3. Список программного обеспечения

Не требуется

### 8.4. Список баз данных и информационных справочных систем

1. Du D.-Z., Ko K.-I. Theory of computational complexity. – John Wiley & Sons, 2000.
2. Sipser M. Introduction to the theory of computation. – Thomson Course Technology, 2nd ed., 2006.
3. Лавров, Игорь Андреевич. Математическая логика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим и естественнонаучным специальностям / И. А. Лавров; под ред. Л. Л. Максимовой. Москва: Академия, 2006, 39, [1] с.: ил; 22 см. (Университетский учебник. Прикладная математика и информатика. ISBN 5-7695-2735-8.

4. Мендельсон, Э. Введение в математическую логику / Э. Мендельсон; под ред. С.И. Адян; пер. с англ. Ф.А. Кабакова. - Москва: Наука, 1971 - 320 с.: ил.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458257>.

### **8.5. Список ресурсов сети «Интернет»**

1. <http://window.edu.ru/> Электронная библиотека учебно-методической литературы для общего и профессионального образования;
2. <http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека;
3. <http://www.scholar.ru/> Научные статьи, диссертации и авторефераты из электронных научных библиотек

### **8.6. Материально-техническое обеспечение**

1. а Презентационное оборудование (мультимедиапроектор, экран, компьютер для управления) для проведения лекционных занятий
2. Компьютерный класс (с выходом в Internet) для организации самостоятельной работы и организации практических занятий обучающихся

## **9. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств (ФОС), оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

### **9.1. Текущий контроль успеваемости**

Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания.

Примерные вопросы к тестам по лекциям:

Вопрос №1

Что такое предикат?

Варианты ответов:

1. Это то, что утверждается о субъекте.
2. Это то, о чем что-то утверждается в высказывании.
3. Это то, что утверждается в операциях алгебры логики.
4. Это то, что утверждается об объекте

Вопрос №2

Чем определяется логическое значение формулы алгебры логики?

Варианты ответов:

1. Логическими операциями.
2. Равносильностью.
3. Логическими значениями входящих в нее элементарных высказываний.
4. Эквивалентностью.

### **9.2. Промежуточная аттестация**

Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), критерии и шкалы оценивания.

Примерные вопросы для проведения экзамена:

1. Введение. Предмет теории сложности вычислений. Вычислительные задачи распознавания и поиска. Теоремы об ускорении и о линейном ускорении (формулировки). Важнейшие классы сложности ( $DTIME(f)$ ,  $SPACE(f)$ ,  $NTIME(f)$ ,  $NSPACE(f)$ ,  $P$ ,  $L$ ,  $PSPACE$ ,  $NP$ ,  $NL$ ,  $\Sigma pk$ ,  $\Pi pk$ ,  $PH$ ).

2. Функции, конструируемые по времени и по памяти. Теоремы об иерархии для классов  $DTIME(f)$ ,  $SPACE(f)$ ,  $NTIME(f)$ . Теорема о пропуске в иерархии (Gap Theorem). Очевидные соотношения между классами сложностей.
3. Вычисления с оракулами. Определение полиномиальной иерархии посредством машин Тьюринга с оракулами. Теорема Бейкера – Гилла – Соловея о релятивизированных классах  $P$  и  $NP$ . Теорема Беннетта – Гилла о классах, релятивизированных с помощью случайного множества (формулировка). Соотношения между релятивизированными классами  $IP$  и  $PSPACE$ .
4. Вероятностные вычисления. Классы сложностей  $RP$ ,  $BPP$ ,  $ZPP$ ,  $PP$ . Соотношения между ними. Место этих классов в полиномиальной иерархии.
5. Неоднородные модели вычислений. Классы  $P/f$  и  $P/poly$ . Теорема Карпа – Липтона – Сипсера (формулировка). Вычисления посредством булевых схем. Классы  $SIZE(f)$ ,  $NC_i$  и  $AC_i$  (однородные и неоднородные).
6. Теоремы Савича и Иммермана – Селепченьи о задаче  $STCONN$ . Их важнейшие следствия для теории сложности вычислений.
7. Понятие алгоритма.
8. Определение машины Тьюринга.
9. Применение машины Тьюринга к словам.
10. Правильная вычислимость функций на машине Тьюринга.
11. Тезис Тьюринга.
12. Основные понятия теории рекурсивных функций.
13. Понятие предиката.
14. Операции над предикатами.
15. Понятие тождественно истинного и тождественно ложного предикатов.
16. Выполнимый и опровержимый предикаты.
17. Равносильность в логике предикатов.
18. Кванторы.
19. Нормальные формы в логике предикатов (ПНФ, СНФ).
20. Приведение к ПНФ и СНФ.
21. Основные логические операции.
22. Тавтологии.
23. Алгебра Буля.
24. Таблица истинности.
25. Нормальные формы булевых функций.
26. СКНФ, СДНФ булевых функций.
27. Полином Жегалкина.