

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: | Конструктивность в математике и логике |
| 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 |
|---|---|--|
| Компетенция УК-1 Способность формулировать научно обоснованные гипотезы, создавать теоретические модели явлений и процессов, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности. | Индикатор УК-1.1 Способен формулировать научно обоснованные гипотезы. | Уметь формулировать научно обоснованные гипотезы. |
| | Индикатор УК-1.2 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. |
| Компетенция ОПК-1 Готовность использовать фундаментальные знания в области | Индикатор ОПК-1.1. 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 | | | |
| | Итого, ак. ч. | 108 | 36 | 36 | 0 | 72 |

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).
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, Σ pk, П 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 сложности.
3. Вычисления с оракулами. Определение полиномиальной иерархии посредством машин Тьюринга с оракулами. Теорема Бейкера – Гилла – Соловья 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 сложности 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.