



Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Программа дисциплины «Теоретические основы компьютерных наук» для направления 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профили 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации», 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей», 05.13.17 «Теоретические основы информатики», 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Правительство Российской Федерации

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

Программа дисциплины «Теоретические основы компьютерных наук»

для направления 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профили 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации», 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей», 05.13.17 «Теоретические основы информатики», 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Авторы программы:

Объедков Сергей Александрович, к.т.н., sergei.obj@gmail.com

Одобрена на заседании Академического совета аспирантской школы по компьютерным наукам
«26» октября 2014 г.

Москва - 2014

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



1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям аспиранта по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профилям 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации», 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей», 05.13.17 «Теоретические основы информатики», 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину и аспирантов направления 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профили 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации», 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей», 05.13.17 «Теоретические основы информатики», 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Программа разработана в соответствии с:

- Образовательным стандартом НИУ ВШЭ;
- Образовательной программой по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника» подготовки аспиранта.
- Учебным планом подготовки аспирантов по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профили 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации», 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей», 05.13.17 «Теоретические основы информатики», 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», утвержденным в 2014 г.

2. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются:

- изучение современной теории алгоритмов и вычислительной сложности;
- приобретение навыков формального рассуждения о вычислениях и доказательства математических утверждений о возможностях и ограничениях вычислений;
- ознакомление с основными формальными вычислительными моделями.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

- Знать основные положения теоретических основ компьютерных наук.
- Уметь применять различные алгоритмические техники при решении вычислительных задач.
- Иметь навыки проведения строгих рассуждений о вычислительных задачах и алгоритмах.

В результате освоения дисциплины аспирант осваивает следующие компетенции:



Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Программа дисциплины «Теоретические основы компьютерных наук» для направления 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профили 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации», 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей», 05.13.17 «Теоретические основы информатики», 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Компетенция	Код по ФГОС / НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Способность проводить теоретические и экспериментальные исследования в области профессиональной деятельности.	ОПК-1	Владение методами анализа вычислительных моделей и алгоритмов.	Стандартные (лекционно-семинарские). Самостоятельные внеаудиторные занятия.
Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в профессиональной области.	ОПК-2	Владение методами оценки вычислительной сложности задач, построения точных, приближенных и вероятностных алгоритмов.	Стандартные (лекционно-семинарские). Самостоятельные внеаудиторные занятия.
Способность объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях.	ОПК-4	Знание основных классов вычислительной сложности, способность к соотнесению новых результатов в этой области с уже известными.	Стандартные (лекционно-семинарские). Самостоятельные внеаудиторные занятия.
Способность представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав.	ОПК-5	Умение грамотно формулировать теоремы и доказательства с использованием необходимых ссылок на источники.	Стандартные (лекционно-семинарские). Самостоятельные внеаудиторные занятия, домашние задания.
Способность к теоретическому анализу и разработке языков программирования и систем программирования, применению методов анализа семантики программ.	ПК-2	Владение методами доказательства корректности алгоритмов, умение сопоставлять выразительную силу различных вычислительных моделей (в том числе языков программирования) и оценивать их универсальность.	Стандартные (лекционно-семинарские). Самостоятельные внеаудиторные занятия.
Способность разрабатывать и приме-	ПК-3	Владение методами разработки и реализации эффективных	Стандартные (лекционно-семинарские).



Компетенция	Код по ФГОС / НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
нять методы повышения эффективности и надежности процессов обработки и передачи данных и знаний в вычислительных машинах, комплексах и компьютерных сетях		алгоритмов.	Самостоятельные внеаудиторные занятия.
Способность проводить исследования методов преобразования информации в данные и знания, моделей данных и знаний, методов работы со знаниями, методов машинного обучения и обнаружения новых знаний, принципов создания и функционирования программных средств автоматизации указанных процессов.	ПК-4	Понимание основных фактов, касающихся разрешимости и вычислительной сложности известных логических систем, способность к самостоятельному получению аналогичных результатов для иных логических систем.	Стандартные (лекционно-семинарские). Самостоятельные внеаудиторные занятия.
Способность разрабатывать и анализировать модели информационных процессов и структур.	ПК-5	Умение оценить вычислительную сложность алгоритмических задач, лежащих в основе моделируемого информационного процесса.	Стандартные (лекционно-семинарские). Самостоятельные внеаудиторные занятия.

4. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

- Дискретная математика.
- Алгоритмы и структуры данных.

Для освоения учебной дисциплины, аспиранты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- Знаниями основных определений и теорем перечисленных выше дисциплин;
- Навыками решения типовых задач этих дисциплин.



Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Программа дисциплины «Теоретические основы компьютерных наук» для направления 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профили 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации», 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей», 05.13.17 «Теоретические основы информатики», 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

5. Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы			Самостоятельная работа
			Лекции	Семинары	Практические занятия	
1	Модели вычисления и классы вычислительной сложности	48	6	6		36
2	Приближенные вычисления и параметрическая сложность	48	6	6		36
3	Сложность обучения	18	2	2		14
ИТОГО:		114	14	14		86

6. Формы контроля знаний аспирантов

Тип контроля	Форма контроля	Параметры
Текущий (неделя)	Контрольная работа	Проводится на семинарском занятии в течение 1-2 пар (по решению преподавателя)
	Эссе	Тема выбирается студентом самостоятельно из списка предложенных тем
	Коллоквиум	Состоит в устном объяснении решений задач и доказательств теорем
	Домашнее задание (три задания)	Срок выполнения может варьироваться от одной до четырех недель (по решению преподавателя)
Итоговый экзамен по дисциплине «Теоретические основы компьютерных наук» (кандидатский экзамен)	Экзамен	Экзамен проводится в устной форме с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде.

7. Критерии оценки знаний, навыков

При выставлении оценок учитывается полнота и корректность ответов на заданные вопросы, способность к устному объяснению предложенных решений, содержательность эссе. Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по десятибалльной шкале.

8. Порядок формирования оценок по дисциплине

Результирующая оценка по учебной дисциплине формируется по следующей формуле:

$$O_{результ.} = 0,1 \cdot O_{к/р} + 0,2 \cdot O_{эссе} + 0,2 \cdot O_{коллоквиум} + 0,1 \cdot O_{д/31} + 0,1 \cdot O_{д/32} + 0,1 \cdot O_{д/33} + 0,2 \cdot O_{экзамен}$$

9. Содержание дисциплины

Тема 1. Модели вычисления и классы вычислительной сложности.



Модели вычисления, сводимости и сложностные классы. Сложность по времени и памяти. Теоремы иерархии. Оракулы и релятивизация. Полиномиальная иерархия. Вероятностные алгоритмы и классы сложности.

Тема 2. Приближенные вычисления и параметрическая сложность.

Выпуклое программирование и приближенные алгоритмы решения задач комбинаторной оптимизации. РСР-теорема и трудность приближенного решения задач комбинаторной оптимизации. Параметрическая сложность.

Тема 3. Сложность обучения.

Размерность Вапника – Червоненкиса. Бустинг. Принцип бритвы Оккама. PAC-обучение.

10. Образовательные технологии

В преподавании данной дисциплины сочетаются:

- лекции,
- семинарские занятия для решения задач и обсуждения самостоятельно изученного материала,
- домашние задания.

11. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

Примерный перечень вопросов к зачету (экзамену) по всему курсу для самопроверки аспирантов

1. Теорема Кука – Левина.
2. Существование оракулов A и B , таких что $P^A = NP^A$ и $P^B \neq NP^B$.
3. Классы сложности BPP, RP, ZPP, их соотношение с другими классами сложности.
4. Примеры приближенных алгоритмов для решения NP-трудных задач.
5. Формулировка и смысл РСР-теоремы.
6. Класс сложности FPT.
7. Размерность Вапника – Червоненкиса.

Примеры заданий промежуточного/итогового контроля

1. Сформулировать и проиллюстрировать понятие из курса.
2. Сформулировать и доказать теорему из курса.
3. Доказать принадлежность предложенной задачи к некоторому классу сложности.
4. Описать алгоритм решения предложенной задачи, доказать его корректность, привести оценку сложности.



Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Программа дисциплины «Теоретические основы компьютерных наук» для направления 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профили 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации», 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей», 05.13.17 «Теоретические основы информатики», 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. — М.: Мир, 1982.

Крупский В.Н. Введение в сложность вычислений. — М.: Факториал Пресс, 2006.

Arora S., Barak B. Computational Complexity: A Modern Approach. — Cambridge University Press, 2009.

Sipser M. Introduction to the Theory of Computation. — Cengage Learning, 2013.

12.2. Дополнительная литература

Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч.И., Ривест Р.Л., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ. — 2-е издание: Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2007

Хопкрофт Дж., Мотвани Р., Ульман Дж. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. — 2-е изд.: Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2002.

Moore C., Mertens S. The Nature of Computation. — Oxford University Press, 2011.

12.3. Литература для самостоятельного изучения

Дасгупта С., Пападимитриу Х., Вазирани У. Алгоритмы. — М.: МНЦМО, 2014.

Kleinberg J., Tardos E. Algorithm Design. — Addison-Wesley, 2005.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения аудиторных занятий требуется помещение, оборудованное доской, проектором, экраном и компьютером для проведения презентаций. Для самостоятельных занятий аспирантам требуется доступ к сети Интернет.