



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Иркутский государственный университет»  
(ФГБОУ ВПО «ИГУ»)  
Институт математики, экономики и информатики

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИМЭИ

 /Фалалеев М.В.  
"30" \_\_\_\_\_ 2014 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Индекс дисциплины по УП: Б1.В.ДВ.1.1

Наименование дисциплины (модуля): Комбинаторные алгоритмы в анализе кибернетических систем

Направление подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре  
01.06.01 Математика и механика

Направленность программы подготовки кадров высшей квалификации (программы аспирантуры): Дискретная математика и математическая кибернетика

Форма обучения очная

Согласовано с УМК института математики,  
экономики и информатики

протокол № 5 от «15» 05 2014 г.

Председатель УМК  /В.Г. Антоник /

Программа рассмотрена на заседании  
кафедры теории вероятностей и дискретной  
математики

протокол № 8 от «12» мая 2014 г.

Зав. кафедрой  /О.В. Кузьмин/

Иркутск 2014 г.

### **Цели и задачи дисциплины (модуля):**

Учебная дисциплина «Комбинаторные алгоритмы в анализе кибернетических систем» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом, содействует фундаментализации образования, формированию мировоззрения и развитию логического мышления.

Задачи дисциплины:

- формирование математической культуры аспиранта;
- фундаментальная подготовка по специальным разделам дискретной математики;
- овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования при решении теоретических и прикладных задач дискретной математики.

### **1. Место дисциплины в структуре ООП:**

Учебная дисциплина «Комбинаторные алгоритмы в анализе кибернетических систем» относится к дисциплинам по выбору вариативной части; дисциплина опирается на предшествующие ей дисциплины аспирантуры: «Прикладная дискретная математика».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):**

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1: способность корректно ставить математические задачи в выбранном направлении исследования

ПК-2: способность чётко формулировать утверждения по результатам исследования

ПК-3: способность организовывать и на высоком научно-методическом уровне осуществлять преподавание математических дисциплин смежных с темой исследования

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

**Знать:** прикладные разделы современного комбинаторного анализа; методы теории комбинаторных алгоритмов; комбинаторные методы моделирования кибернетических систем.

**Уметь:** осуществлять формализацию алгоритмических задач математической кибернетики, определять способы их решения; применять специальные комбинаторные методы к решению задач анализа кибернетических систем.

**Владеть:** специальными приемами решения комбинаторных задач большой размерности; алгоритмическими методами моделирования кибернетических систем.

#### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	48				48
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	24				24
Практические занятия (ПЗ)	24				24
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)					
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	60				60
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат (при наличии)					
<i>Другие виды самостоятельной работы (доклады, подготовка к зачету)</i>	60				60
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Зачет с оценкой				
Общая трудоемкость	часы	108			108
	зачетные единицы	3			

#### 5. Содержание дисциплины (модуля)

##### 5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

###### Тема 1. Порождение элементарных комбинаторных объектов

Функции и размещения. Перестановки различных элементов. Лексикографический порядок. Векторы инверсий. Вложенные циклы. Транспозиция смежных элементов. Случайные перестановки. Генерирование перестановок.

Подмножества множеств. Генерирование подмножеств множества. Коды Грея. Генерирование k-подмножеств.

Композиции и разбиения множеств. Генерирование композиций и разбиений. Композиции и разбиения целых чисел.

## **Тема 2. Исчерпывающий поиск**

Поиск с возвратом. Общий алгоритм и его усовершенствования. Оценка сложности. Метод ветвей и границ. Динамическое программирование.

Методы решета. Нерекурсивное модульное решето. Рекурсивное решето. Решето, отбраковывающее изоморфные объекты.

Приближения исчерпывающего поиска.

## **Тема 3. Быстрый поиск**

Поиск и другие операции над таблицами. Последовательный поиск.

Логарифмический поиск в статистических таблицах. Бинарный поиск. Оптимальные деревья бинарного поиска. Почти оптимальные деревья бинарного поиска. Цифровой поиск.

Логарифмический поиск в динамических таблицах. Случайные деревья бинарного поиска. Бинарные деревья, сбалансированные по высоте. Бинарные деревья, сбалансированные по весу. Бинарные деревья, Сбалансированные сильно ветвящиеся деревья.

Сортировка с вычисляемыми адресами. Методы вычисления адреса. Хеширование и его варианты. Хеш-функции. Разрешение коллизий. Влияние коэффициента загрузки.

## **Тема 4. Сортировка**

Внутренняя сортировка. Сортировка вставками. Пузырьковая (обменная) сортировка. Сортировка перечислением. Сортировка всплытием Флойда. Внешняя сортировка. Частичная сортировка. Выбор и слияние.

## **Тема 5. Алгоритмы на графах**

Представления графов в ЭВМ. Матрица смежности графа. Матрица инцидентности графа. Матрица весов графа. Список ребер графа. Структура смежности графа.

Связность и расстояние. Остовные деревья (каркасы). Метод поиска в глубину в графе. Поиск в ширину в графе. Двусвязность. Эйлеровы пути. Алгоритмы с возвратом.

Сильная связность. Транзитивное замыкание. Кратчайшие пути. Длина ребер графа. Алгоритм Флойда. Алгоритм Дейкстры. Пути в бесконтурном графе.

Циклы. Фундаментальные множества циклов. Порождение всех циклов. Клики, независимые множества. Изоморфизм. Планарность.

### Тема 6. Матроиды

Жадные алгоритмы решения оптимизационных задач. Матроиды и их основные свойства. Теорема Радо–Эдмондса. Матричные матроиды. Графовые матроиды. Матроиды трансверселей.

### Тема 7. Эквивалентность некоторых комбинаторных задач

Классы P и NP. NP-трудные и NP-полные задачи. Выполнимость. Эквивалентность NP-полных задач.

#### 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)								
		2	3	5	7					
1.	Дискретная математика и математическая кибернетика									

#### 5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование темы	Виды занятий в часах					
		Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	Всего
1.	Порождение элементарных комбинаторных объектов	2	4			6	12
2.	Исчерпывающий поиск	2	2			6	10
3.	Быстрый поиск	4	4			10	18
4.	Сортировка	4	4			10	18
5.	Алгоритмы на графах	4	4			10	18
6.	Матроиды	4	2			8	14

7.	Эквивалентность некоторых комбинаторных задач	4	4			10	18
----	---	---	---	--	--	----	----

### 6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	1	Генерирование подмножеств множества. Коды Грея.	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
2.	1	Генерирование композиций и разбиений. Композиции и разбиения целых чисел.	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
3.	2	Метод ветвей и границ. Методы решета.	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
4.	3	Логарифмический поиск в статистических таблицах	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
5.	3	Логарифмический поиск в динамических таблицах	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
6.	4	Внутренняя сортировка	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
7.	4	Внешняя сортировка	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
8.	5	Представления графов в ЭВМ	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
9.	5	Метод поиска в глубину в графе. Поиск в ширину в графе	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
10.	6	Жадные алгоритмы решения оптимизационных задач	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
11.	7	Классы P и NP. NP-трудные и NP-полные задачи	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
12.	7	Выполнимость. Эквивалентность NP-полных задач.	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3

## 7. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

### а) основная литература

1. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с.
2. Асанов М.О., Баранский В.А., Расин В.В. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы. – Ижевск: НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”, 2010. – 288 с. (ЭБС «Лань», неограниченный доступ)
3. Глухов М.М. Математическая логика. Дискретные функции. Теория алгоритмов / М. М. Глухов, А. Б. Шишков. -Москва: Лань, 2012. – 416 с. (ЭБС «Лань», неограниченный доступ)
4. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ. М.: Вильямс, 2013. – 1324 с.

### б) дополнительная литература

1. Баранов В.И., Стечкин Б.С. Экстремальные комбинаторные задачи и их приложения. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. (4 экз.)
2. Иванов Б.Н. Дискретная математика. Алгоритмы и программы. Полный курс: учеб. пособие. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 408 с. (3 экз.)
3. Котов В. М., Соболевская Е. П. Разработка и анализ алгоритмов. Теория и практика. Минск: БГУ, 2009. – 251 с.
4. Котов В. М., Соболевская Е. П., Толстикова А.А. Алгоритмы и структуры данных: учебное пособие. – Минск: БГУ, 2011. – 267 с.
5. Теслер Г.С. Новая кибернетика. – Киев: Логос, 2004. – 404 с.

### в) программное обеспечение

1. MS Office 2007/2010 - лицензия 42095516
2. MiKTeX - свободное программное обеспечение

### г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

*Интернет-источники*

- <http://www.intuit.ru>
- <http://math.isu.ru/ru/chairs/cmm/files.html>

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Специально оборудованные кабинеты и аудитории: компьютерные классы, аудитории, оборудованные мультимедийными средствами обучения.

## 10. Образовательные технологии:

<http://educa.isu.ru>

## 11. Оценочные средства (ОС):

### 11.1. Оценочные средства текущего контроля

Основными оценочными средствами для текущего контроля являются выступление аспирантов с докладом, а также написание рефератов и выполнение практических заданий, что позволяет выявить сформированность компетенций.

Примерные темы рефератов:

1. Коды Грея.
2. Композиции и разбиения целых чисел
3. Методы решета
4. Жадные алгоритмы решения оптимизационных задач
5. NP-трудные и NP-полные задачи
6. Матроиды и их основные свойства
7. Логарифмический поиск в динамических таблицах

При оценке рефератов применяются следующие критерии достижения уровней компетенций:

Уровни	Показатели
Пороговый	В реферате соблюдаются основы грамматики, фразеологии, синтаксиса русского языка, культуры речи. Аспирант проявляет умение интерпретировать тексты различных видов и жанров (допускает ошибки при восприятии содержания отдельных видов и жанров текста)
Базовый	В реферате соблюдаются основы грамматики, фразеологии, синтаксиса русского языка, культуры речи. Аспирант владеет навыками интерпретации отдельных текстов различных видов и жанров (допускает отдельные ошибки при квалификации содержательных особенностей текстов различных видов и жанров)
Повышенный	В реферате соблюдаются основы грамматики, фразеологии, синтаксиса русского языка, культуры речи, жанровые особенности интерпретации текстов различных видов и жанров. Аспирант владеет навыками интерпретации текстов различных видов, умеет интерпретировать тексты различных видов и жанров.

При оценке достигнутых уровней компетенций в ходе текущего контроля на семинарских и практических занятиях применяются следующие критерии:

Уровни	Показатели
--------	------------

пороговый	ответ в основном правильный, но схематичный, обнаруживающий лишь умение поверхностно и с отклонениями от последовательности изложения раскрыть материал; научно-теоретический уровень ответа не достаточен; нет обобщений и выводов в полном объеме, имеются существенные ошибки в формулировке определений.
базовый	ответ, обнаруживает хорошее знание и понимание материала, умение излагать свои мысли последовательно и грамотно. В ответе может быть недостаточно полно развернута аргументация, возможны отдельные затруднения в формулировке выводов, иллюстративный материал может быть представлен недостаточно, приводимые примеры не точные, отдельные ошибки в формулировке понятий
повышенный	Ответ исчерпывающий, точный, проявлено умение пользоваться материалом текстов по предмету для аргументации и самостоятельных выводов, свободное владение соответствующей терминологией, навыками анализа, умение излагать свои мысли последовательно с необходимыми обобщениями и выводами, используя термины.

## 11.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме зачета)

Зачет проводится в форме собеседования, в ходе которого аспиранты отвечают на вопросы.

Примерный список вопросов к зачету

1. Порождение элементарных комбинаторных объектов
2. Исчерпывающий поиск
3. Быстрый поиск
4. Сортировка
5. Алгоритмы на графах
6. Матроиды
7. Эквивалентность некоторых комбинаторных задач

Составитель: зав. кафедрой теории вероятностей и дискретной математики, д-р физ. мат. наук, профессор Кузьмин Олег Викторович

Программа рассмотрена и рекомендована кафедрой теории вероятностей и дискретной математики. Протокол № 1 от 31 августа 2014 г.

**Лист согласования, дополнений и изменений  
на 2015/2016 учебный год**

К рабочей программе дисциплины Б1.В.ДВ.1.1 **Комбинаторные алгоритмы в анализе кибернетических систем** по направленности программы подготовки кадров высшей квалификации (программы аспирантуры) 01.01.09 Дискретная математика и математическая кибернетика

1. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения:  
В п.8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

б) дополнительная литература

1. КORTE Б., ФИГЕН Й. Комбинаторная оптимизация. Теория и алгоритмы. М.: МЦНМО, 2015. – 720 с.

2. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:  
Нет изменений

Изменения одобрены Ученым советом института,  
протокол № 6 от 19.06. 2015 г.

Зав. кафедрой:  
Теории вероятностей и  
дискретной математики  
(наименование  
кафедры)

  
\_\_\_\_\_

(подпись)

О.В.Кузьмин  
(И.О.Ф.)

**Лист согласования, дополнений и изменений  
на 2016/2017 учебный год**

К рабочей программе дисциплины Б1.В.ДВ.1.1 **Комбинаторные алгоритмы в анализе кибернетических систем** по направленности программы подготовки кадров высшей квалификации (программы аспирантуры) 01.01.09 Дискретная математика и математическая кибернетика

1. В соответствии с приказом Минобрнауки России №1455 от 07.12.2015 г. о переименовании федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Иркутский государственный университет» (ФГБОУ ВПО «ИГУ») в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ИГУ») читать наименование вуза в новой редакции.

2. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения:  
В п.8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

а) основная литература

1. Стивенс Р. Алгоритмы. Теория и практическое применение. М.: Эксмо, 2016. – 544 с.

б) дополнительная литература

1. Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Структуры данных и алгоритмы. М.: Вильямс, 2016. – 400 с.

2. Новиков Д.А. Кибернетика: Навигатор. История кибернетики, современное состояние, перспективы развития. – М.: ЛЕНАНД, 2016. – 160с.

3. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:  
Нет изменений

Изменения одобрены Ученым советом института,  
протокол № 7 от 22.06. 2016 г.

Зав. кафедрой:

Теории вероятностей и

дискретной математики

(наименование  
кафедры)

  
\_\_\_\_\_

(подпись)

О.В.Кузьмин  
(И.О.Ф.)

**Лист согласования, дополнений и изменений  
на 2017/2018 учебный год**

К рабочей программе дисциплины Б1.В.ДВ.1.1 **Комбинаторные алгоритмы в анализе кибернетических систем** по направленности программы подготовки кадров высшей квалификации (программы аспирантуры) 01.01.09 Дискретная математика и математическая кибернетика

1. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения:  
Нет дополнений

3. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:  
Нет изменений

Изменения одобрены Ученым советом института, протокол № 6 от 28 июня 2017 г.

Зав. кафедрой:  
Теории вероятностей и  
дискретной математики  
(наименование  
кафедры)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

О.В.Кузьмин  
(И.О.Ф.)

**Лист согласования, дополнений и изменений  
на 2018/2019 учебный год**

К рабочей программе дисциплины Б1.В.ДВ.1.1 Комбинаторные алгоритмы в анализе кибернетических систем по направленности программы подготовки кадров высшей квалификации (программа аспирантуры) Дискретная математика и математическая кибернетика

1. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения:  
Нет дополнений
  
2. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:  
Нет изменений

Изменения одобрены Ученым советом института, протокол № 3  
от 28 02 2018 г

Зав. кафедрой:  
Теории вероятностей и  
дискретной математики

  
\_\_\_\_\_

О. В. Кузьмин

**Лист согласования, дополнений и изменений  
на 2019/2020 учебный год**

К рабочей программе дисциплины Б1.В.ДВ.1.1 **Комбинаторные алгоритмы в анализе кибернетических систем** по направленности программы подготовки кадров высшей квалификации (программы аспирантуры) Дискретная математика и математическая кибернетика

В рабочую программу практики вносятся следующие дополнения:

Нет дополнений

В рабочую программу практики вносятся следующие изменения:

Нет изменений

Изменения одобрены Ученым советом института математики, экономики и информатики, протокол № 6 от 18.06.2019

Зав. кафедрой:

Теории вероятностей и

дискретной математики



\_\_\_\_\_  
(подпись)

О.В.Кузьмин

(И.О.Ф.)