

Федеральное государственное учреждение
«Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской
академии наук»
(ФИЦ ИУ РАН)

Утверждена



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Прикладной комбинаторный анализ»

Направление подготовки
02.06.01 Компьютерные и информационные науки

Профиль (направленность программы)
01.01.09 Дискретная математика и математическая кибернетика

Квалификация выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
очная

Москва, 2015

Направление подготовки: 02.06.01 Компьютерные и информационные науки

Профиль (направленность программы): 01.01.09 Дискретная математика и математическая кибернетика

Дисциплина: «Прикладной комбинаторный анализ»

Форма обучения: очная

Рабочая программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки 01.01.09 Дискретная математика и математическая кибернетика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 года № 864, зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации 20 августа 2014 года № 33703.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА РЕКОМЕНДОВАНА

Отделом интеллектуальных систем ФИЦ ИУ РАН

Руководитель отдела Киреев /Воронцов К.В./
«21» 11 2015г.

ИСПОЛНИТЕЛИ (разработчики программы):

Ю.Г.Сметанин, ФИЦ ИУ РАН, в.н.с., д.ф.-м.н., профессор

Рабочая программа зарегистрирована в аспирантуре под учетным номером
37 на правах учебно-методического издания.

Начальник отдела докторантуры и аспирантуры Клименко С.И. /
02.12.15

Оглавление

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
3.1. Структура дисциплины.....	6
3.2. Содержание разделов дисциплины	6
3.3. Семинарские занятия	8
3.4. Практические занятия.....	8
3.5. Самостоятельная работа аспирантов.....	8
4. ТЕКУЩАЯ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....	9
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Прикладной комбинаторный анализ» реализуется в рамках Блока 1 дисциплина по выбору Основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» (ФИЦ ИУ РАН) по направлению подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль (направленность программы) 01.01.09 Дискретная математика и математическая кибернетика аспирантам очной формы обучения.

Рабочая программа разработана с учетом требований ФГОС ВО по направлению подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 года № 864, зарегистрировано в Министерстве Российской Федерации 20 августа 2014 года № 33703.

Основным источником материалов для формирования содержания программы являются: материалы конференций, симпозиумов, семинаров, Интернет-ресурсы, научные издания и монографические исследования и публикации.

Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану составляет - 3 зач.ед. (108 часа), из них лекций - 36 час., семинарских занятий – 0 час., практических занятий – 0 час., часов самостоятельной работы – 36 час., контроль – 36 час. Дисциплина реализуется на 1 курсе, 1 семестре, продолжительность обучения – 1 семестр.

Текущая аттестация проводится не менее 2 раз в соответствии с заданиями и формами контроля, предусмотренными настоящей программой.

Промежуточная оценка знания осуществляется в период зачетно-экзаменационной сессии в форме: экзамена.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи дисциплины «Прикладной комбинаторный анализ»

Цель:

Целью освоения дисциплины «Прикладной комбинаторный анализ» является изучение методов решения сложных (в том числе экстремальных) комбинаторных проблем, возникающих при решении различных прикладных задач, связанных с передачей и кодированием информации, восстановлением полной информации по ее частичным описаниям, дискретной оптимизацией.

Задачи:

Задачами данного курса являются освоение аспирантами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей), приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков, проведение собственных теоретических исследований и консультирование студентов в области дискретной математики комбинаторного анализа.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Прикладной комбинаторный анализ» направлен на формирование компетенций или отдельных их элементов в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 02.06.01 Информатика и вычислительная техника, профиль (направленность программы) 01.01.09 Дискретная математика и математическая кибернетика аспирантам очной формы обучения:

а) универсальных (УК)

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6).

б) общепрофессиональных (ОПК):

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- владение культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- готовность организовать работу исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности (ОПК-4);
- способность представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком уровне и с учетом соблюдения авторских прав (ОПК-6);
- владение методами проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности (ОПК-7);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-8).

в) профессиональных (ПК):

- готовность использовать знание основных методов искусственного интеллекта в последующей профессиональной деятельности в качестве научных сотрудников, преподавателей вузов, инженеров, технологов (ПК-1);
- готовность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности в области моделирования и анализа сложных естественных и искусственных систем (ПК-3);
- способность к созданию математических и информационных моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере (ПК-4);
- способность применять на практике умения и навыки в организации исследовательских работ и проводить научные исследования, готовность к участию в инновационной деятельности (ПК-5).

В результате освоения дисциплины «Прикладной комбинаторный анализ» обучающийся должен:

Знать:

- фундаментальные понятия, современные подходы, методы и проблемы дискретной математики и комбинаторного анализа.

Уметь:

- Формализовать поставленную прикладную задачу как комбинаторно-дискретную и применить адекватный математический аппарат для её решения;
- представлять результаты исследований в устной и письменной форме.

Владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения сложных теоретических и практических задач дискретной математики и комбинаторного анализа;
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов;
- предметным языком дискретной математики и комбинаторного анализа, навыками описания решения задач и представления полученных результатов.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Структура дисциплины

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебных работ

Вид учебной работы	Трудоемкость						
	общая		Из них				
	Зач. Ед.	Час.	Лекц.	Прак.	Сем.	Сам.р.	Контроль
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ по Учебному плану	3	108	36			36	36
<i>Аудиторные занятия</i>							
Лекции (Л)	1	36	36				36
Практические занятия (ПЗ)							
Семинары (С)							
<i>Самостоятельная работа (СР) без учёта промежуточного контроля:</i>							
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к семинарским и практическим занятиям) и самостоятельное изучение тем дисциплины	1	36				36	
Вид контроля: экзамен (является составной частью кандидатского экзамена)	1	36					

3.2. Содержание разделов дисциплины

Общее содержание дисциплины

№ раздела	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Количество часов
1	Производящие функции.	Определение формальных степенных рядов и производящих функций. Действия над формальными степенными рядами. Коэффициенты и вычеты. Последовательность Фибоначчи. Числа Бернулли, Кравчука, Стирлинга.	6

2	Экстремальные задачи о разбиениях чисел	Разбиения чисел. Простейшие свойства вложимости разбиений чисел. Принцип полного размещения. Вложимость с ограничениями. Задачи об экстремумах полного размещения.	12
3	Экстремальные задачи о графах	Теоремы Мантелля, Турана и Шпернера. Запрещенные подграфы и локальные свойства. Точные решения для локальных свойств графов Асимптотика для локальных свойств графов. Элементы теории Рамсея Теорема Кирхгофа о числе остовов графа	18
4	Вероятностные методы в комбинаторном анализе	Энтропийные методы. Метод случайного баланса. Алгоритмы класса Монте-Карло. Лас-Вегас-алгоритмы	18
5	Комбинаторный анализ на частично упорядоченных множествах	Частично упорядоченные множества. Решетки. Обращение Мебиуса. Матроиды. Теорема Радо – Эдмондса	18
6	Комбинаторика слов	Слова Штурма, периодичность. Коды. Сложность. Перечисление слов и теорема Фробениуса	18
7	Задачи реконструкции слов по фрагментам	Реконструкция по подсловам. Реконструкция по подпоследовательностям Случай длинных фрагментов. Случай коротких фрагментов. Ультраметрики и неархimedовы нормирования	18

Лекционный курс

Порядковый номер лекции	Раздел, тема учебного курса, содержание лекции	Трудоемкость		
		час.	контроль	зач. ед.*
1	Тема 1. Производящие функции. 1.1 Формальные степенные ряды и производящие функции. Действия над формальными степенными рядами. 1.2. Последовательность Фибоначчи. Числа Бернулли, Кравчука, Стирлинга.	2		
2	Тема 2. Экстремальные задачи о разбиениях чисел.	2		
3	2.1. Разбиения чисел. Простейшие свойства вложимости разбиений чисел. 2.2. Принцип полного размещения.	2		
4	Вложимость с ограничениями.	2		

5	2.3. Экстремумы полного размещения.	2		
6	Тема 3. Экстремальные задачи о графах.	2		
7	3.1. Теоремы Мантеля, Турана и Шпернера	2		
8	3.2. Запрещенные подграфы и локальные свойства. Точные решения для локальных свойств графов	2		
9	3.3. Асимптотика для локальных свойств графов. Элементы теории Рамселя	2		
10	3.4. Теорема Кирхгофа о числе остовов графа	2		
11	Тема 4. Вероятностные методы в комбинаторном анализе.	2		
12	4.1. Энтропийные методы. Метод случайного баланса.	2		
13	4.2. Алгоритмы класса Монте-Карло.	2		
14	4.3 Лас-Вегас-алгоритмы.	2		
15	Тема 5. Комбинаторный анализ на частично упорядоченных множествах.	2		
16	5.1. Частично упорядоченные множества.	2		
17	5.2. Решетки.	2		
18	5.3. Обращение Мебиуса.	2		
	5.4. Матроиды. Теорема Радо – Эдмондса.	2	36	
	Тема 6. Комбинаторика слов	2		
	6.1. Слова Штурма, периодичность.	2		
	6.2. Коды. Сложность.	2		
	6.3. Перечисление слов и теорема Фробениуса.	2		
	Тема 7. Задачи реконструкции слов по фрагментам.			
	7.1. Реконструкция по подсловам.			
	7.2. Реконструкция по подпоследовательностям Случай длинных фрагментов. Случай коротких фрагментов.			
	7.3 Ультраметрики и неархimedовы нормирования.			
ИТОГО		36	36	1

3.3. Семинарские занятия

Не предусмотрены

3.4. Практические занятия

Не предусмотрены

3.5. Самостоятельная работа аспирантов

Внеаудиторная самостоятельная работа аспирантов включает следующие виды деятельности:

- конспектирование и реферирование первоисточников и другой научной и учебной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
- изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку;

- написание рефератов.

Содержание и объем самостоятельной работы аспирантов

Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения (№ недели)	Трудоемкость	
			час.	зач. ед.
Производящие функции	Решение задач, предложенных на лекции	1-3н	6	0,16
Экстремальные задачи о разбиениях чисел	Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе)	4-5н	6	0,16
Экстремальные задачи о графах	Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе)	6-8н	6	0,17
Вероятностные методы в комбинаторном анализе	Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе)	9-11н	6	0,17
Комбинаторный анализ на частично упорядоченных множествах	Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе)	12-15н	6	0,17
Комбинаторика слов, задачи реконструкции слов по фрагментам	Подготовка рефератов по материалам актуальных научно-исследовательских работ и международных конференций	16-18н	6	0,17

4. ТЕКУЩАЯ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Текущая аттестация аспирантов. Текущая аттестация аспирантов проводится в соответствии с локальным актом ФИЦ ИУ РАН - Положением о текущей, промежуточной и итоговой аттестации аспирантов ФИЦ ИУ РАН по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме опроса, а также оценки вопроса-ответа в рамках участия обучающихся в дискуссиях и различных контрольных мероприятиях по оцениванию фактических результатов обучения, осуществляемых преподавателем, ведущим дисциплину.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина – активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость занятий;
- степень усвоения теоретических знаний и уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы, проводимых в рамках семинаров, практических занятий и самостоятельной работы.

Оценивание обучающегося на занятиях осуществляется с использованием нормативных оценок по 4-х бальной системе (5-отлично, 4-хорошо, 3-удовлетворительно, 2-не удовлетворительно).

Промежуточная аттестация аспирантов. Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине проводится в соответствии с локальным актом ФИЦ ИУ РАН - Положением о текущей, промежуточной и итоговой аттестации аспирантов ФИЦ ИУ РАН по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме зачета в период зачетно-экзаменационной сессии в соответствии с Графиком учебного процесса по приказу (распоряжению заместителя директора по научной работе). Аспирант допускается к экзамену в случае выполнения аспирантом всех учебных заданий и мероприятий, предусмотренных настоящей программой. В случае наличия учебной задолженности (пропущенных занятий и (или) невыполненных заданий) аспирант отрабатывает пропущенные занятия и выполняет задания.

Оценивание аспиранта на промежуточной аттестации в форме экзамена.

Оценка зачета (нормативная)	Требования к знаниям и критерии выставления оценок
Отлично	Аспирант при ответе демонстрирует знание содержания тем учебной дисциплины, владеет основными понятиями дискретной математики, предметным языком дискретной математики и комбинаторного анализа, навыками описания решения задач и представления полученных результатов, изучил основные современные подходы, и методы дискретной математики и комбинаторного анализа. Информирован и способен делать анализ проблем и намечать пути их решения
Хорошо	Аспирант при ответе демонстрирует знание содержания тем учебной дисциплины, владеет основными понятиями дискретной математики, предметным языком дискретной математики и комбинаторного анализа, изучил основные современные подходы, и методы дискретной математики и комбинаторного анализа. Информирован и способен делать анализ проблем и намечать пути их решения
Удовлетворительно	Аспирант при ответе демонстрирует знание содержания тем учебной дисциплины, владеет основными понятиями дискретной математики, владеет предметным языком дискретной математики и комбинаторного анализа. Информирован и способен делать анализ проблем и намечать пути их решения
Не удовлетворительно	Аспирант при ответе демонстрирует плохое знание значительной части основного материала. Не информирован или слабо разбирается в проблемах, и или не в состоянии наметить пути их решения.

Вопросы для контроля знаний:

1. Производящие функции
2. Формальные ряды
3. Коэффициенты и вычеты
4. Последовательность Фибоначчи
5. Числа Бернулли, Кравчука, Стирлинга
6. Экстремальные задачи о разбиениях чисел

7. Разбиения чисел
8. Вложимость разбиений
9. Принцип полного размещения
10. Вложимость с ограничениями
11. Взвешивания
12. Экстремальные задачи о графах
13. Теорема Турнера. Теорема Шпернера
14. Запрещенные подграфы
15. Теория Рамсея
16. Теорема Кирхгофа о числе остовов графа
17. Вероятностные методы в комбинаторном анализе
18. Энтропийные методы
19. Метод случайного баланса
20. Алгоритмы класса Монте-Карло
21. Лас-Вегас-алгоритмы
22. Комбинаторный анализ на частично упорядоченных множествах
23. Частично упорядоченные множества
24. Решетки
25. Обращение Мебиуса
26. Матроиды. Теорема Радо – Эдмондса
27. Комбинаторика слов
28. Слова Штурма
29. Периодичность
30. Коды
31. Перечисление слов и теорема Фробениуса
32. Задачи реконструкции слов по фрагментам
33. Реконструкция по подсловам
34. Реконструкция по подпоследовательностям
35. Случай длинных фрагментов
36. Случай коротких фрагментов
37. Ультраметрики и неархimedовы нормирования

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Баранов В.И., Стечкин Б.С. Экстремальные комбинаторные задачи и их приложения. М.: Физматлит. 2004.
2. Береснев В.Л. Дискретные задачи размещения и полиномы от булевых переменных. Новосибирск: Издательство Института математики. 2005.
3. Ландо С.К. Лекции о производящих функциях. М.: МЦНМО. 2002.
4. Леонтьев В.К. Избранные задачи комбинаторного анализа. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2001.

Дополнительная литература

1. Айгнер М. Комбинаторная теория. М.: Мир, 1982.

2. Липский В. Комбинаторика для программистов. М.: Мир. 1988.
3. Носов В.А., Сачков В.Н., Тараканов В.Е. Комбинаторный анализ (матричные проблемы, теория выбора). Итоги науки и техники, сер. Теория вероятностей, математическая статистика, теоретическая кибернетика. Т. 18. М.: ВИНИТИ. 1981. С. 53 – 93.
4. Прикладная комбинаторная математика. М.: Мир. 1968.
5. Рейнгольд Э., Нивергельт Ю., Део Н. Комбинаторные алгоритмы. Теория и практика. М.: Мир, 1970.
6. Риордан Дж. Введение в комбинаторный анализ. М.: ИЛ. 1982.
7. Рыбников К.А. Введение в комбинаторный анализ. М.: Издательство Московского университета. 1985.
8. Сачков В.Н. Введение в комбинаторные методы дискретной математики. М.: Наука. 1982.
9. Тараканов В.Е. Комбинаторные задачи и (0,1)-матрицы. М.: Наука. 1985.
10. Холл. Комбинаторика. М.: Мир. 1970.
11. Хорн Р., Джонсон Ч. Матричный анализ. М.: Мир, 1989.
12. Уотермен М.С., ред. Математические методы для анализа последовательностей ДНК. М.: Мир. 1999.
13. Эндрюс Г. Теории я разбиений. М.: Наука. 1982.
14. Эрдеш П., Спенсер Дж. Вероятностные методы в комбинаторике. М.: Мир. 1976.
15. Lothaire M. Algebraic Combinatorics on Words. Cambridge University Press. 2002. (<http://www-igm.univ-mly.fr/~berstel/Lothaire/>).
16. Lothaire M. Applied Combinatorics on Words. Cambridge University Press. 2005. (<http://www-igm.univ-mly.fr/~berstel/Lothaire/>).

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования по специальности 01.01.09 программа специальности «Дискретная математика и математическая кибернетика» предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерное моделирование и визуализация, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

ИСПОЛНИТЕЛИ (разработчики программы):

Д.ф.-м.н., проф. Ю.Г.Сметанин

 « 21 » 11 2015 г.