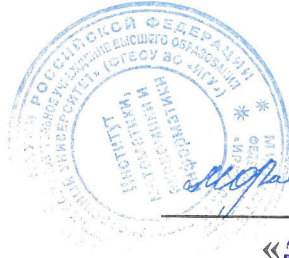




Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
Высшего образования  
«Иркутский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)  
Институт математики, экономики и информатики



УТВЕРЖДАЮ  
директор института,  
/ Фалалеев М. В.

«28» 02 2018 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Индекс дисциплины по УП: Б1.В.ОД.5

Наименование дисциплины (модуля): Дискретная математика и математическая кибернетика

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

Согласованно с УМК института математики,  
экономики и информатики  
протокол № 3 от «28» февр. 2018 г.

Председатель УМК  /Антоник В. Г./

Программа рассмотрена на заседании кафедры  
теории вероятностей и дискретной математики  
«26» 02 2018 г. протокол № 8

Зав. кафедрой  /Кузьмин О. В./

ИРКУТСК 2018 г.

## 1. Цели и задачи дисциплины (модуля):

Учебная дисциплина «Дискретная математика и математическая кибернетика» 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 прикладной дискретной математики;
- овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования при решении теоретических и прикладных задач дискретной математики.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина «Прикладная дискретная математика» относится к обязательным дисциплинам вариативной части; дисциплина опирается на предшествующие ей дисциплины магистратуры: «Дискретная математика», «Комбинаторные методы дискретной математики».

Данная дисциплина является предшествующей для следующих дисциплин аспирантуры: «Комбинаторные методы в анализе кибернетических систем», «Дискретные методы моделирования и анализа стохастических систем и вероятностных процессов».

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:** современные разделы прикладной дискретной математики; основные виды сложности комбинаторных алгоритмов.

**Уметь:** осуществлять формализацию прикладных задач дискретной математики, определять способы их решения; применять комбинаторные методы к решению задач кодирования и сжатия информации.

**Владеть:** специальными приемами решения сложных комбинаторных задач; комбинаторными методами решения прикладных задач теории конечных автоматов.

#### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)

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)					
Контроль СРС	36	36			
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	168	168			
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат (при наличии)					
<i>Другие виды самостоятельной работы (доклады, подготовка к зачетам)</i>	168	168			
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Экзамен				
Общая трудоемкость	часы	252	252		
	зачетные единицы	7	7		

#### 5. Содержание дисциплины (модуля)

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

###### Раздел 1. Теория конечных автоматов

### ***Тема 1.1. Основные понятия теории***

Конечные автоматы. Автоматы первого и второго рода. Автоматы Мили. Граф переходов. Однотактные и многотактные автоматы.

Таблица состояний автомата. Реакция, эквивалентность и сокращение автоматов.

Свойства классов  $k$ -эквивалентности. Построение сокращенных автоматов. Автоматы Мура.

### ***Тема 1.2. Анализ и синтез двоичных автоматов***

Числовая форма задания автоматов. Двоичные автоматы. Канонические уравнения и схема автомата. Анализ и синтез двоичных автоматов. Оптимальные автоматы.

## **Раздел 2. Теория комбинаторных алгоритмов**

### ***Тема 2.1. Общая характеристика задач***

Корректные и некорректные, разрешимые и неразрешимые задачи.

Интуитивное определение алгоритма. Основные требования к алгоритмам. Блок-схема алгоритма.

### ***Тема 2.2. Формализация понятия алгоритма***

Машина Тьюринга. Устройство, принцип работы, основные понятия. Примеры машин Тьюринга. Тезис Тьюринга. Существование неразрешимых корректных задач.

Рекурсивные функции. Примитивно-рекурсивные функции. Частично-рекурсивные и общерекурсивные функции. Тезис Черча.

### ***Тема 2.3. Размер задачи. Сложность алгоритма***

Размер задачи. Скорость роста.

Сложность алгоритма. Классификация алгоритмов по сложности.

### ***Тема 2.4. Точные и приближенные алгоритмы. Оценки их сложности***

Класс  $N$ . Полиномиальная сводимость. Класс  $NP$ .  $N$ -полнота.

Основные виды сложности комбинаторных алгоритмов. Приближенные алгоритмы решения комбинаторных задач.

## **Раздел 3. Задачи оптимального управления системами и уравнениями с распределенными параметрами**

### ***Тема 3.1. Понятие обобщенного решения.***

Обобщенное решение, определяемое на основе интегральных законов сохранения, искусственной вязкости, предельного перехода разностных аппроксимаций. Обобщенные решения на основе интегрального эквивалента дифференциальной задачи.

**Тема 3.2. Задачи оптимального управления гиперболическими системами дифференциальных уравнений.**

Метод характеристик. Интегральный эквивалент. Теорема существования и единственности обобщенного решения как точки равновесия сжимающего интегрального отображения. Метод последовательных приближений. Аналитические свойства и оценки роста решения гиперболических систем. Обоснование формулы интегрирования по частям для обобщенного решения.

**Тема 3.3. Необходимые условия оптимальности в задачах оптимального управления гиперболическими системами.**

Понятие характеристических вариаций. Вывод формулы приращения целевого функционала. Доказательство вариационного принципа максимума. Корректность сопряженной задачи. Получение поточечного принципа максимума понтрягинского типа как следствие вариационного принципа максимума. Линеаризованный (дифференциальный) принцип максимума.

**Тема 3.4. Численные методы решения задач оптимального управления гиперболическими системами дифференциальных уравнений.**

Общая схема методов последовательных приближений, основанных на принципе максимума вариационного и поточечного типа. Градиентные методы. Комбинированные методы, использующие двухпараметрическую (слабую и сильную) вариацию. Приемы конструирования аппроксимирующих и устойчивых разностных схем. Схемы, основанные на методе характеристик.

**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)								
		1	2	3						
1.	Комбинаторные методы в анализе кибернетических систем									
2.	Дискретные методы моделирования и анализа стохастических систем и вероятностных процессов		2	3						

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

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах						
			Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	Контроль СРС	Всего
1.	Теория конечных автоматов	1.Основные понятия теории 2.Анализ и синтез двоичных автоматов	6	4			40	8	50
2.	Теория комбинаторных алгоритмов	1.Общая характеристика задач 2.Формализация понятия алгоритма 3.Размер задачи. Сложность алгоритма 4.Точные и приближенные алгоритмы. Оценки их сложности	8	8			50	8	66
3.	Задачи оптимального управления системами и уравнениями с распределенными параметрами	1. Понятие обобщенного решения 2. Задачи оптимального управления гиперболическими системами дифференциальных уравнений. 3. Необходимые условия оптимальности в задачах оптимального управления гиперболическими системами 4. Численные методы решения задач оптимального управления гиперболическими системами дифференциальных уравнений	10	12			78	20	100

### 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.	Тема 1.1	Основные понятия теории конечных автоматов.	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
2.	Тема 1.2	Анализ и синтез двоичных автоматов.	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
3.	Тема 2.1	Корректные и некорректные, разрешимые и неразрешимые задачи.	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
4.	Тема 2.2	Интуитивное определение алгоритма и его формализация.	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
5.	Тема 2.3	Размерзадачи. Сложностьалгоритма.	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
6.	Тема 2.4	Точные и приближенные комбинаторные алгоритмы. Оценки их сложности.	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
7.	Тема 3.1	Метод характеристик для нелинейного дифференциального уравнения первого порядка	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
8.	Тема 3.2	Способы интегрирования на основе метода характеристик простейших уравнений и уравнений с разделяющимися переменными.	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
9.	Тема 3.3	Интегрирование линейных однородных и неоднородных гиперболических уравнений с помощью методахарактеристик.	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
10.	Тема 3.4	Сведение задач оптимального управления упругими колебаниями к задаче оптимального управления гиперболической системой первого порядка.	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
11.	Тема 3.4	Примеры решения задач оптимального управления. Содержательная постановка, формализация ее в виде задачи оптимального управления гиперболической системой. Анализ полученной задачи с помощью необходимых и достаточных условий оптимальности.	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3
12.	Тема 3.4	Примеры построения разностных схем. Исследование их аппроксимаций и устойчивости	2		ПК-1, ПК-2, ПК-3

## 7. Примерная тематика курсовых работ(проектов)

Курсовые работы непредусмотрены

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

а) основная литература

1. Кузьмин, О.В. Комбинаторные методы дискретного анализа: учеб. пособие / О.В. Кузьмин. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. – 126 с. (59экз.)
2. Кузьмин, О.В. Введение в комбинаторные методы дискретной математики: учеб. пособие / О.В. Кузьмин. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2012. – 113 с. (70экз.)
3. Аргучинцев А.В. Оптимальное управление гиперболическими системами. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 168 с. (66экз.)
4. Аргучинцев А.В. Оптимальное управление начально-краевыми условиями гиперболических систем. – Иркутск: Изд-во Иркут.гос.ун-та, 2003. – 156 с. (5экз.)

б) дополнительная литература

5. Докин В.Н. Комбинаторные числа и полиномы в моделях дискретных распределений / В.Н. Докин, В.Д. Жуков, Н.А. Колокольникова, О.В. Кузьмин, М.Л. Платонов. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1990. – 208 с. (5экз.)
6. Кузьмин О.В. Комбинаторные методы моделирования дискретных распределений: учеб. пособие / О.В. Кузьмин. – 2-е изд., испр. и доп. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2006. – 138с. (49экз.)

в) программное обеспечение

Microsoft Windows 7 Pro (Сублицензионный договор № 570 от 07.03.2017 г.);  
Microsoft Office 2007 (Номер Лицензии Microsoft 42095516 от 27.04.2007, бессрочно).  
Браузер Google Chrome; Браузер Mozilla Firefox

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

*Интернет-источники*

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

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

Специальное помещение

*для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, для проведения промежуточной аттестации, оборудованное*

25 посадочных мест с компьютерами: Системный блок IntelPentium G3240, 3.10GHz, Монитор Samsung 720N (11шт); Системный блок IntelPentium CPU G620, 2.60GHz, Монитор LG Flatron L1734S-SN (14 шт.); с неограниченным доступом к сети Интернет, доска для маркеров;  
мобильный проектор Epson EB-X12, XGA1024\*768;

## **10. Образовательные технологии:**



## 11. Оценочные средства(ОС):

### 11.1. Оценочные средства текущего контроля

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

#### Темы докладов

1. Конечные автоматы Мили.
2. Логарифмический поиск в динамических таблицах.
3. Жадные алгоритмы решения оптимизационных задач.

При оценке докладов применяются следующие критерии достижения уровней компетенций:

Уровни	Показатели
Пороговый	В докладе 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 докладе 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 докладе 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. Фонд оценочных средств (ФОС) для промежуточной аттестации (в форме экзамена)

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

### Примерный список вопросов к экзамену

1. Основные понятия теории конечных автоматов.
2. Анализ и синтез двоичных автоматов.
3. Корректные и некорректные, разрешимые и неразрешимые задачи.
4. Интуитивное определение алгоритма и его формализация.
5. Размер задачи. Сложность алгоритма.
6. Точные и приближенные комбинаторные алгоритмы. Оценки их сложности.
7. Понятие обобщенного решения
8. Метод характеристик. Интегральный эквивалент.
9. Метод последовательных приближений.
10. Вариационный принцип максимум. Линеаризованный (дифференциальный) принцип максимума.
11. Общая схема методов последовательных приближений, основанных на принципе максимума вариационного и поточечного типа.
12. Схемы, основанные на методе характеристик.
13. Какие учебно-методические приемы использовались в данном курсе при изложении темы «Метод последовательных приближений».
14. Особенности изложение темы «Интуитивное определение алгоритма и его формализация».

По результатам экзамена оценивается сформированность соответствующих компетенций и выставляется оценка.

Если части компетенций, формируемых дисциплиной, сформированы, то выставляется положительная оценка.

Оценка "отлично" - выставляется в том случае, если студент свободно владеет учебным материалом курса, имеет четкое, целостное представление о наиболее актуальных направлениях исследований в различных областях дискретной математики и математической кибернетики, понимает их сущность, владеет навыками критического анализа и оценки современных подходов исследования дискретных и непрерывных моделей кибернетических систем и подготовил развернутый доклад по предложенной теме. Данная оценка демонстрирует повышенный уровень сформированности компетенций ПК-1, ПК-2 ПК-3.

Оценка "хорошо" - выставляется в том случае, если студент в целом освоил программу курса, обладает представлениями о современных тенденциях развития дискретной математики и математической кибернетики; владеет современными подходами исследования кибернетических систем; может описать механизмы создания отдельных моделей кибернетических систем и подготовил достаточно развернутый доклад по предложенной теме. Данная оценка демонстрирует сформированность компетенций ПК-1, ПК-2, ПК-3 на базовом уровне.

Оценка "удовлетворительно" - выставляется в том случае, если студент в основном выполнил программу курса, владеет основными представлениями о современных тенденциях развития дискретной математики и математической кибернетики; фрагментарно владеет принципами описания отдельных моделей кибернетических систем; может воспроизвести информацию, но допускает ошибки, и подготовил не полный доклад по предложенной теме. Данная оценка демонстрирует сформированность компетенций ПК-1, ПК-2, ПК-3 на пороговом уровне.

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

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

К рабочей программе дисциплины Б1.В.ОД.5 Дискретная математика и математическая кибернетика 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

  
\_\_\_\_\_

О.В.Кузьмин