

Минобрнауки России  
Федеральное государственное  
бюджетное учреждение науки  
**Федеральный исследовательский центр  
«Карельский научный центр  
Российской академии наук»  
(КарНЦ РАН)**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Врио председателя КарНЦ РАН  
член-корр. РАН  
\_\_\_\_\_ О.Н. Бахмет  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ  
КИБЕРНЕТИКА»**

Основной образовательной программы высшего образования –  
программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре  
по направлению подготовки  
**01.06.01 «Математика и механика»,  
профиль: Дискретная математика и математическая кибернетика**

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 г. № 866 и учебным планом по направлению подготовки аспирантуры 01.06.01 Математика и механика, профиль «Дискретная математика и математическая кибернетика».

Составитель рабочей программы:

старший научный сотрудник, доцент, к.ф.-м.н. \_\_\_\_\_ И.А.Чеплюкова  
(должность, ученое звание, ученая степень) (подпись) (Ф.И.О.)

Эксперт:

Реттеева Анна Николаевна, ведущий научный сотрудник ИПМИ КарНЦ РАН, доктор физико-математических наук, доцент

---

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета ИПМИ КарНЦ РАН (протокол № 5 от «24» мая 2018 г.) и рекомендована к утверждению на заседании Ученого совета КарНЦ РАН (протокол № 7 от «25» мая 2018 г.)

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) специалитета**

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

<b>Код компетенции. Этап формирования компетенции</b>	<b>Формулировка компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы достижения компетенции)</b>
УК1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<p><b>Знать:</b> текущее состояние современных научных достижений, фундаментальные основы дискретной математики и кибернетики</p> <p><b>Уметь:</b> генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p><b>Владеть:</b> способностью к анализу и оценке современных научных достижений</p>
УК3	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	<p><b>Знать:</b> текущее состояние современных научных достижений</p> <p><b>Уметь:</b> вести научно-исследовательскую деятельность.</p> <p><b>Владеть:</b> организационными, коммуникативными навыками, позволяющими осуществлять работу в исследовательских коллективах.</p>
УК4	Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках	<p><b>Знать:</b> текущее состояние современных научных достижений.</p> <p><b>Уметь:</b> принимать мотивированное решение.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками принятия решений и способностью нести ответственность за принятые решения</p>
УК5	Способность планировать и	<p><b>Знать:</b> текущее состояние современных научных</p>

	решать задачи собственного профессионального и личностного развития	достижений. <b>Уметь:</b> принимать мотивированное решение. <b>Владеть:</b> навыками принятия решений и способностью нести ответственность за принятые решения
ОПК1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<b>Знать:</b> текущее состояние современных научных достижений в области дискретной математики и кибернетики. <b>Уметь:</b> использовать основные методы теории случайных графов. <b>Владеть:</b> навыками и основными методами дискретной математики и кибернетики.
ОПК2	Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	<b>Знать:</b> историю развития дискретной математики и кибернетики и текущее состояние современных научных достижений в этой области <b>Уметь:</b> применять полученные теоретические знания в преподавательской деятельности. <b>Владеть:</b> способностью к критическому анализу учебных программ по дискретной математике и математической кибернетики
ПК1	Понимание роли и места дискретной математики и математической кибернетики в математике в целом, их связи с другими разделами математики и другими областями науки	<b>Знать:</b> методы дискретной математики используемые при решении задач в других областях знаний <b>Уметь:</b> оценивать методы дискретной математики с точки зрения возможности и целесообразности их применения при решении практических задач в области математического моделирования. <b>Владеть:</b> навыками использования методов дискретной математики и математической кибернетики при моделировании.
ПК2	Способность применять и строить	<b>Знать:</b> текущее состояние современных научных

	самостоятельно эффективные алгоритмы для решения дискретных задач	достижений в области дискретной математики и кибернетики <b>Уметь:</b> оценивать методы дискретной математики с точки зрения возможности и целесообразности их применения при решении практических задач <b>Владеть:</b> навыками использования методов дискретной математики и математической кибернетики
ПК3	Способностью строить математические модели дискретных процессов при помощи графов, автоматов, логических формул	<b>Знать:</b> текущее состояние современных научных достижений в области дискретной математики и кибернетики <b>Уметь:</b> оценивать методы дискретной математики с точки зрения возможности и целесообразности их применения при построении математических моделей <b>Владеть:</b> навыками использования методов дискретной математики и математической кибернетики при построении математической модели
ПК4	Способность применять алгебраические, логические, комбинаторные, вероятностные и алгоритмические методы анализа графов, автоматов, формальных языков, символьных последовательностей	<b>Знать:</b> текущее положение современных научных достижений в дискретной математике и математической кибернетике. <b>Уметь:</b> оценивать методы дискретной математики с точки зрения возможности и целесообразности их применения при решении задач <b>Владеть:</b> навыками использования методов дискретной математики и математической кибернетики

## 2. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры и язык преподавания

Дисциплина «Дискретная математика и математическая кибернетика» входит в раздел обязательных дисциплин согласно учебному плану ООП по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика», профиль – «Дискретная математика и математическая кибернетика». Дисциплина изучается в 5-м и 6-м семестрах, направлена на формирование компетенций УК1, УК3, УК4, УК5, ОПК1, ОПК2, ПК1, ПК2, ПК3, ПК4.

Язык преподавания – русский.

## 3. Виды учебной работы и тематическое содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц или 216 академических часов.

### 3.1. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	144/4
в том числе:	
лекции	108/3
семинары	-
практические занятия	36/1
<b>Самостоятельная работа аспиранта (всего)</b>	72/2
<b>Вид контроля по дисциплине</b>	экзамен

### 3.2. Краткое содержание дисциплины по разделам и видам учебной работы

№ п/п	Раздел дисциплины (тематический модуль)	Трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)					Оценочное средство
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа обучающихся	
Семестр №5							
1	Математическое программирование	14	10	4			
2	Исследование операций, теория игр	14	8	4		2	
3	Оптимальное управление	12	8	2		2	
4	Дискретная оптимизация	8	6	2			
5	Теория функциональных систем	10	8			2	
6	Комбинаторный анализ и теория графов	10	8	2			
7	Теория кодирования	10	6	2		2	
...							

Вид промежуточной аттестации в семестре							
Семестр №6							
8	Управляющие системы	12	8	2		2	
9	Дизъюнктивные нормальные формы	6	4			2	
10	Синтез и сложность управляющих систем	10	6	2		2	
11	Эквивалентные преобразования управляющих систем	10	6	2		2	
12	Надежность и контроль функционирования управляющих систем	10	6	2		2	
13	Математическая экономика	16	10	4		2	
14	Дополнительная программа	47	14	8		25	
	Подготовка к экзамену	27				27	
Вид промежуточной аттестации в семестре-экзамен							
	<b>Итого:</b>	216	108	36		72	

### 3.3. Содержание аудиторных занятий

#### Содержание лекционных занятий

№ раздела	№ лекции	Основное содержание	Количество часов	В т.ч. с использованием ЛОТ (*)
1	1.1-1.5	Теоремы о достижении нижней грани функции(функционала) на множестве (в $E_N$ , в метрических пространствах, в гильбертовых пространствах). Выпуклое множество, выпуклые функции, сильно выпуклые функции, их свойства. Критерий оптимальности в гладких выпуклых задачах минимизации. Правило множителей Лагранжа. Теорема Куна-Таккера, двойственная задача, ее свойства. Метод проекции градиента (в $E_N$ , в гильбертовых пространствах). Метод Ньютона. Метод покоординатного спуска. Метод штрафных функций. Метод барьерных функций. Метод динамического программирования. Устойчивость задач оптимизации. Метод стабилизации (регуляризация по Тихонову). Линейное программирование. Симплекс-метод. Двойственные задачи линейного программирования.	10	
2	2.1-2.4	Антагонистические игры. Матричные игры, теорема о минимаксе. Выпукло-вогнутые антагонистические игры. Теорема о существовании седловой точки. Бескоалиционные игры $n$ лиц. Равновесие по Нэшу. Принцип гарантированного результата. Минимаксные задачи. Многокритериальная оптимизация. Оптимальность по Парето. Лексикографический подход. Кооперативные игры (с-ядро, вектор Шепли). Задача разделения ресурсов (модель Гросса, принцип уравнивания Гермейера). Иерархические игры. Потoki в сетях (теорема Форда-Фалкерсона, задача и алгоритмы поиска кратчайшего пути в графе, задача составления расписаний, транспортная задача).	8	

3	3.1-3.4	Постановка задач оптимального управления, их классификация. Принцип максимума Понтрягина. Краевая задача принципа максимума. Линейная задача быстрогодействия, ее свойства (существования решения, число переключений). Принцип максимума и вариационное исчисление. Управляемость и наблюдаемость в линейных системах, их взаимосвязь. Теорема Калмана, Красовского. Метод динамической регуляризации в задачи наблюдения. Дифференциальные игры.	8	
4	4.1-4.3	Целочисленное линейное программирование (метод Гомори, свойства унимодулярности матрицы ограничений). Метод ветвей и границ (на примере задач целочисленного или булева линейного программирования). Временная сложность решения задач дискретной оптимизации. Основные классы сложности (P, NP, NPC). NP-трудные задачи (задача о рюкзаке, задача коммивояжера)..	6	
5	5.1-5.4	Проблема полноты. Теорема о полноте систем функций двузначной логики P2. Алгоритм распознавания полноты систем функций k-значной логики Pk. Теорема Слупецкого. Особенности k-значных логик. Автоматы. Регулярные события и их представление в автоматах. Эксперименты с автоматами. Алгоритмическая неразрешимость проблемы полноты для автоматов. Вычислимые функции. Эквивалентность класса рекурсивных функций и класса функций, вычислимых на машинах Тьюринга. Алгоритмическая неразрешимость проблемы эквивалентности слов в ассоциативных исчислениях	8	
6	6.1-6.4	Основные комбинаторные числа. Оценки и асимптотики для комбинаторных чисел. Графы и сети. Оценки числа графов и сетей различных типов. Плоские и планарные графы. Формула Эйлера для плоских графов. Необходимые условия планарности в теореме Понтрягина-Куратовского (без доказательства достаточности). Экстремальная теория графов. Теорема Турана. Теорема Рамсея	8	
7	7.1-7.3	Алфавитное кодирование. Критерии однозначности декодирования. Неравенство Крафта-Макмиллана. Оптимальное кодирование. Построение кодов с минимальной избыточностью. Самокорректирующиеся коды. Граница упаковки. Коды Хемминга, исправляющие единичную ошибку. Конечные поля и их основные свойства. Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема	6	
<b>Семестр №6</b>				
8	8.1-8.4	Понятие управляющей системы. Основные модельные классы управляющих систем: дизъюнктивные нормальные формы, формулы, контактные схемы, схемы из функциональных элементов, автоматы, машины Тьюринга, операторные алгоритмы. Основные проблемы теории управляющих систем	8	
9	9.1-9.2	Проблема минимизации булевых функций. Дизъюнктивные нормальные формы (ДНФ), Постановка задачи в геометрической форме. Локальные алгоритмы построения ДНФ. Построение ДНФ $\sum T$ (сумма тупиковых) с помощью локального алгоритма. Невозможность построения ДНФ $\sum M$ (сумма минимальных) в классе локальных алгоритмов.	4	

10	10.1 - 10.3	Асимптотически оптимальный метод синтеза схем из функциональных элементов. Асимптотически оптимальный метод синтеза контактных схем. Инвариантные классы и их свойства. Синтез схем для функций из некоторых инвариантных классов. Нижние оценки сложности реализаций булевых функций параллельно-последовательными контактными схемами. Нижние оценки сложности реализации булевых функций формулами в произвольном базисе.	6	
11	11.1 - 11.3	Эквивалентные преобразования формул двузначной логики P2. Эквивалентные преобразования контактных схем. Эквивалентные преобразования операторных алгоритмов. Пример Линдона.	6	
12	12.1 - 12.3	Построение надежных контактных схем из ненадежных контактов. Логический подход к контролю исправности и диагностике неисправностей управляющих систем. Тесты.	6	
13	13.1 - 13.5	Модель межотраслевого баланса В.В.Леонтьева. Продуктивные матрицы. Критерий продуктивности. Теорема Фробениуса-Перрона. Свойства числа Фробениуса-Перрона. Теорема об устойчивости примитивных матриц. Динамическая модель В.В.Леонтьева. Теорема о магистрали Моришимы. Экономическая интерпретация вектора Фробениуса-Перрона. Линейная задача оптимального распределения ресурсов. Экономическая интерпретация двойственности в задачах линейного программирования. Модель Кокса-Росса-Рубинштейна. Оценка стоимости опциона. Модель олигополистической конкуренции Курно. Теорема Нэша. Модель Эрроу-Дебре. Конкурентное равновесие. Сведение вопроса о существовании конкурентного равновесия к решению задачи дополненности. Замкнутость отображения спроса и предложения. Теорема Эрроу-Дебре. Неподвижные точки. Теорема Брауэра и Какутани. Лемма Гейла-Никайдо-Дебре. Теорема Фань-Цзы. Оптимальность по Парето конкурентного равновесия (первая теорема теории благосостояния). Теорема Дебре (вторая теорема теории благосостояния). Сравнительная статистика в моделях конкурентного равновесия. Проблема коллективного выбора. Парадокс Эрроу. Индексы неравенства и кривая Лоренца. Теорема мажоризации.	10	
14	14.1 - 14.7	Содержание лекций определяется индивидуальными дополнительными программами кандидатского экзамена и темами выполняемых диссертационных работ	14	
		<b>Итого:</b>	<b>108</b>	

**Содержание практических (или семинарских) занятий  
Содержание лабораторных занятий**

№ раздела	№ занятия	Основное содержание	Количество часов	В т.ч. с использованием ДОТ (*)
<b>Семестр №5,6</b>				
1	1.1-1.2	Математическое программирование	4	
2	2.1-2.2	Исследование операций, теория игр	4	
3	3.1	Оптимальное управление.	2	
4	4.1	Дискретная оптимизация	2	
6	6.1	Комбинаторный анализ и теория графов.	2	
7	7.1	Теория кодирования	2	
8	8.1	Управляющие системы.	2	
10	10.1	Синтез и сложность управляющих систем	2	
11	11.1	Эквивалентные преобразования управляющих систем	2	
12	12.1	Надежность и контроль функционирования управляющих систем	2	
13	13.1 - 13.2	Математическая экономика	4	
14	14.1 - 14.4	Дополнительная программа	8	
<b>Итого:</b>			<b>36</b>	

**3.4. Организация самостоятельной работы обучающегося**

№ раздела	Задания для самостоятельной работы	Количество часов	В т.ч. с использованием ДОТ (*)
<b>Семестр №2</b>			
1-13	Самостоятельная проработка курса лекций, работа с литературой.	20	
14	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение по основной и дополнительной литературе с использованием интернет-ресурсов	25	

1-14	Подготовка к экзамену	27	
	<b>Итого</b>	<b>72</b>	

#### **4. Образовательные технологии по дисциплине**

Лекции, практические занятия, экзамен. Внеаудиторная работа обучающихся сопровождается рекомендацией литературы для самостоятельного изучения.

#### **5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

5.1. Текущий контроль осуществляется преподавателем дисциплины при проведении занятий в форме: собеседования, дискуссий

5.2. Промежуточная аттестация проводится в виде: экзамен.

Подробно средства оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Экзаменационные вопросы по дисциплине «Дискретная математика и математическая кибернетика»:

1. Теоремы о достижении нижней грани функции (функционала) на множестве (в  $E^N$ , в метрических пространствах, в гильбертовых пространствах).

2. Выпуклые множества, выпуклые функции, сильно выпуклые функции, их свойства.

3. Критерии оптимальности в гладких выпуклых задачах минимизации.

4. Правило множителей Лагранжа.

5. Теорема Куна-Таккера, двойственная задача, ее свойства.

6. Метод проекции градиента (в  $E^N$ , в гильбертовом пространстве).

7. Метод Ньютона.

8. Метод покоординатного спуска.

9. Метод штрафных функций.

10. Метод барьерных функций.

11. Метод динамического программирования.

12. Устойчивость задач оптимизации. Метод стабилизации (регуляризация по Тихонову).

13. Линейное программирование. Симплекс-метод. Двойственные задачи линейного программирования.

14. Антагонистические игры. Матричные игры, теорема о минимаксе.

15. Выпукло-вогнутые антагонистические игры. Теорема существования седловой точки.

16. Бескоалиционные игры  $n$  лиц. Равновесие по Нэшу.

17. Принцип гарантированного результата. Минимаксные задачи.

18. Многокритериальная оптимизация. Оптимальность по Парето. Лексикографический подход.

19. Кооперативные игры.

20. Задача распределения ресурсов (модель Гросса, принцип уравнивания Гермейера).

21. Иерархические игры.

22. Потоки в сетях (теорема Форда-Фалкерсона, задача и алгоритмы поиска кратчайшего пути в графе, задача составления расписаний, транспортная задача).

23. Постановка задач оптимального управления, их классификация.
24. Принцип максимума Понтрягина. Краевая задача принципа максимума.
25. Линейная задача быстрогодействия, ее свойства (существование решения, число переключений).
26. Принцип максимума и вариационное исчисление.
27. Управляемость и наблюдаемость в линейных системах, их взаимосвязь (взаимодвойственность). Теоремы Калмана, Красовского.
28. Метод динамической регуляризации в задаче наблюдения.
29. Дифференциальные игры.
30. Целочисленное линейное программирование (метод Гомори, свойства унимодулярности матрицы ограничений).
31. Метод ветвей и границ (на примере задач целочисленного или булева линейного программирования).
32. Временная сложность решения задач дискретной оптимизации. Основные классы сложности (P, NP, NPC).
33. NP-трудные задачи (задача о рюкзаке, задача коммивояжера).
34. Проблема полноты. Теорема о полноте систем функций двузначной логики P2.
35. Алгоритм распознавания полноты систем функций k-значной логики Pk.
36. Теорема Слупецкого.
37. Особенности k-значных логик.
38. Автоматы. Регулярные события и их представление в автоматах.
39. Эксперименты с автоматами.
40. Алгоритмическая неразрешимость проблемы полноты для автоматов.
41. Вычислимые функции. Эквивалентность класса рекурсивных функций и класса функций, вычислимых на машинах Тьюринга.
42. Алгоритмическая неразрешимость проблемы эквивалентности слов в ассоциативных исчислениях.
43. Основные комбинаторные числа.
44. Оценки и асимптотики для комбинаторных чисел.
45. Графы и сети. Оценки числа графов и сетей различных типов.
46. Плоские и планарные графы. Формула Эйлера для плоских графов. Необходимые условия планарности в теореме Понтрягина—Куратовского (без доказательства достаточности).
47. Экстремальная теория графов. Теорема Турана.
48. Теорема Рамсея.
50. Алфавитное кодирование. Критерии однозначности декодирования. Неравенство Крафта—Макмиллана.
51. Оптимальное кодирование. Построение кодов с минимальной избыточностью.
52. Самокорректирующиеся коды. Граница упаковки. Коды Хемминга, исправляющие единичную ошибку.
53. Конечные поля и их основные свойства.
54. Коды Боуза—Чоудхури—Хоквингема
55. Понятие управляющей системы. Основные модельные классы управляющих систем: дизъюнктивные нормальные формы, формулы, контактные схемы, схемы из функциональных элементов, автоматы, машины Тьюринга, операторные алгоритмы. Основные проблемы теории управляющих систем.
56. Проблема минимизации булевых функций. Дизъюнктивные нормальные формы (ДНФ). Постановка задачи в геометрической форме.
57. Локальные алгоритмы построения ДНФ.
58. Невозможность построения ДНФ суммы минимальных в классе локальных алгоритмов.
59. Асимптотически оптимальный метод синтеза схем из функциональных

элементов.

60. Асимптотически оптимальный метод синтеза контактных схем.
61. Инвариантные классы и их свойства.
62. Синтез схем для функций из некоторых инвариантных классов.
63. Нижние оценки сложности реализации булевых функций параллельно-последовательными контактными схемами.
64. Нижние оценки сложности реализации булевых функций формулами в произвольном базисе.
65. Эквивалентные преобразования формул двузначной логики  $P_2$ .
66. Эквивалентные преобразования контактных схем.
67. Эквивалентные преобразования операторных алгоритмов.
68. Пример Линдона.
69. Построение надежных контактных схем из ненадежных контактов.
70. Логический подход к контролю исправности и диагностике неисправностей управляющих систем. Тесты.
71. Модель межотраслевого баланса В.В. Леонтьева. Продуктивные матрицы. Критерии продуктивности. Теорема Фробениуса—Перрона. Свойства числа Фробениуса—Перрона. Теорема об устойчивости примитивных матриц.
72. Динамическая модель В.В. Леонтьева. Теорема о магистрали Моришимы. Экономическая интерпретация вектора Фробениуса — Перрона.
73. Линейные задачи оптимального распределения ресурсов. Экономическая интерпретация двойственности в задачах линейного программирования.
74. Модель Кокса—Росса—Рубинштейна. Оценка стоимости опциона.
75. Модель олигополистической конкуренции Курно. Теорема Нэша.
76. Модель Эрроу—Дебре. Конкурентное равновесие. Сведение вопроса о существовании конкурентного равновесия к решению задачи дополненности. Замкнутость отображений спроса и предложения. Теорема Эрроу—Дебре.
77. Неподвижные точки. Теоремы Брауэра и Какутани. Лемма Гейла — Никайдо — Дебре. Теорема Фань-Цзы.
78. Оптимальность по Парето конкурентного равновесия (первая теорема теории благосостояния). Теорема Дебре (вторая теорема теории благосостояния). Сравнительная статика в моделях конкурентного равновесия.
79. Проблемы коллективного выбора. Парадокс Эрроу.
80. Индексы неравенства и кривая Лоренца. Теорема мажоризации.

## **6. Методические рекомендации обучающимся по дисциплине, в том числе для самостоятельной работы**

Самостоятельная работа включает следующие виды работ:

- работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы;
- чтение статей, рекомендованных преподавателем, по темам для самостоятельного изучения;
- подготовка к экзамену.

Рекомендации обучающимся при освоении лекционного материала:

- конспектирование основного содержания лекций;
- для лучшего усвоения материала после лекции рекомендуется прочесть конспект и соответствующий параграф или главу учебника.

## **7. Методические рекомендации преподавателям по дисциплине**

Самостоятельная работа обучающихся должна быть направлена на решение

следующих задач:

- развитие навыков работы с разноплановыми источниками;
- осуществление эффективного поиска информации;
- развитие навыков самостоятельной работы с периодическими источниками, в том числе, на иностранном языке.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Основная литература**

1. Васильев, Ф. П. Методы оптимизации / Ф. П. Васильев, Ч. I, Конечномерные задачи оптимизации. Принципы максимума. Динамическое программирование. - Изд. новое, перераб. и доп. - Москва : Издательство МЦНМО, 2011. - 619 с.
2. Васильев, Ф. П. Методы оптимизации Ч. II, Оптимизация в функциональных пространствах. Регуляризация. Аппроксимация. - Изд. новое, перераб. и доп. - Москва : Издательство МЦНМО, 2011. – с. 628-1056.
3. Карманов, В.Г. Математическое программирование. - 5-е изд., стереотип. - Москва : Физматлит, 2001. - 263 с.
4. Макоха, А. Н. Дискретная математика : учеб. пособие / Макоха А. Н., Сахнюк П. А., Червяков Н. И. - М. : Физматлит, 2005. – 368 с.
5. Математические вопросы кибернетики / Лупанов О.Б. (ред.), Вып. 10-15. - М. : Физматлит, 2001-2006.
6. Математические вопросы кибернетики / ред. Н. А. Карпова, Вып. 16. - М. : Физматлит, 2007. - 274 с.
7. Пентус, А. Е. Математическая теория формальных языков / А. Е. Пентус, М. Р. Пентус. - Москва : Интернет-университет информационных технологий : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2006. - 247 с.
8. Хаггарти, Р. Дискретная математика для программистов : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Прикладная математика" : перевод с английского / Р. Хаггарти ; пер. с англ. под ред. С. А. Кулешова, с доп. А. А. Ковалева, В. А. Головешкина, М. В. Ульянова. - Изд. 2-е, испр. - Москва : Техносфера, 2012. - 399 с.
9. Хопкрофт, Д. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений / Джон Хопкрофт, Раджив Мотвани, Джеффри Ульман ; Пер. с англ. О.И. Васылык, М. Сайт-Аметова, А.Б. Ставровского ; Под ред. А.Б. Ставровского. - 2-е изд. - М. ; СПб. ; Киев : Вильямс, 2002. - 527 с.

### **8.2. Дополнительная литература**

1. Асанов М.О. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы: Учеб. пособие по клас. унив. образованию для мат. спец. и направлений/ М.О. Асанов, В.А. Баранский, В.В. Расин. - М.; Ижевск:R&C Dynamics,2001. - 287 с.
2. Белоусов, А. И. Дискретная математика : Учебник для вузов / А. И. Белоусов, С. Б. Ткачев ; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. - Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. - 743 с.
3. Гапанович В.С. Дискретная математика: Учеб. пособие для студентов направления 55.28.00 "Информатика и вычислительная техника"/ Гапанович В.С., Гапанович И.В.; Тюмен. гос. нефтегаз. ун-т. - Тюмень,2002. - 186 с.
4. Дистель, Р. Теория графов : Пер. с англ. / Дистель Р. - Новосибирск : Издательство института математики, 2002. - 335 с. : ил. ; 23 см. - Пер. изд.: Graph theory/ Diestel Reinhard.
5. Коршунов, А. Д. (Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН). Сложность вычислений булевых функций [Текст] / А. Д. Коршунов // Успехи математических наук. - 2012. - Т. 67, вып. 1 (403). - С. 97-168.
6. Крупский, В. Н. Введение в сложность вычислений / Крупский В. Н. - М. :

- Факториал Пресс, 2006. - 128 с.
7. Кудрявцев, В. Б. Теория тестового распознавания / В. Б. Кудрявцев, А. Е. Андреев, Э. Э. Гасанов. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 320 с.
  8. Мазалов, В. В. Математическая теория игр и приложения : учебное пособие / В. В. Мазалов. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2010. - 448 с.
  9. Мазалов, В. В. Переговоры. Математическая теория / В. В. Мазалов, А. Э. Менчер, Ю. С. Токарева. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2012. - 304 с. :
  10. Пугачев, В. С. Теория стохастических систем : Учебное пособие для вузов по специальности "Прикладная математика". - Москва : Логос, 2000. - 999 с.
  11. Яблонский, Сергей Всеволодович. Введение в дискретную математику : Учеб.пособие для вузов по спец."Прикл.математика". - 3-е изд.,стер. - М. : Высш.шк., 2001. - 384с.

### 8.3.

Интернет-ресурсы	
<a href="http://www.garant.ru">www.garant.ru</a>	Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы
<a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>	Университетская библиотека Online
<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>	Электронная библиотека
<a href="http://ndce.edu.ru">http://ndce.edu.ru</a>	Каталог учебников, электронных ресурсов для высшего образования
<a href="http://edu.ru">http://edu.ru</a>	Федеральный портал «Российское образование»
<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>	Портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
<a href="http://school.edu.ru">http://school.edu.ru</a>	Российский общеобразовательный портал

### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база КарНЦ РАН обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом и соответствует действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Минимально-необходимый перечень для информационно-технического и материально-технического обеспечения дисциплины:

- аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оснащенная рабочими местами для обучающихся и преподавателя, доской, мультимедийным оборудованием;
- библиотека с читальным залом и залом для самостоятельной работы обучающегося, оснащенное компьютером с выходом в Интернет, книжный фонд которой составляет специализированная научная, учебная и методическая литература, журналы (в печатном или электронном виде).