

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Генеральный директор КарНЦ РАН  
член-корр. РАН

О.Н. Бахмет

« 01 » августа 20 22 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИКА, КИБЕРНЕТИКА»**

**НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**

**1.2.3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИКА, КИБЕРНЕТИКА**

г. Петрозаводск  
2022

Разработчик: Чеплюкова Ирина Александровна, старший научный сотрудник ИПМИ  
КарНЦ РАН, кандидат физико-математических наук, доцент

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Формулировка компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы достижения компетенции)
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 теоретической информатики 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>
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>
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>
Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	<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>
Способность самостоятельно осуществлять научно-	<p><b>Знать:</b> текущее состояние современных научных достижений в области теоретической информатики и кибернетики.</p> <p><b>Уметь:</b></p>

<p>исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>использовать основные методы теории случайных графов.  <b>Владеть:</b>  навыками и основными методами дискретной математики и кибернетики.</p>
<p>Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования</p>	<p><b>Знать:</b>  историю развития теоретической информатики 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 теоретической информатике и кибернетике</p>
<p>Понимание роли и места дискретной математики и математической кибернетики в математике в целом, их связи с другими разделами математики и другими областями науки</p>	<p><b>Знать:</b>  методы теоретической информатики и кибернетика, используемые при решении задач в других областях знаний  <b>Уметь:</b>  оценивать методы теоретической информатики и кибернетики с точки зрения возможности и целесообразности их применения при решении практических задач в области математического моделирования.  <b>Владеть:</b>  навыками использования методов теоретической информатики и кибернетики при моделировании.</p>
<p>Способность применять и строить самостоятельно эффективные алгоритмы для решения задач</p>	<p><b>Знать:</b>  текущее состояние современных научных достижений в области теоретической информатики и кибернетики  <b>Уметь:</b>  оценивать методы теоретической информатики и кибернетики с точки зрения возможности и целесообразности их применения при решении практических задач  <b>Владеть:</b>  навыками использования методов теоретической информатики и кибернетики</p>
<p>Способностью строить математические модели дискретных процессов при помощи графов, автоматов, логических формул</p>	<p><b>Знать:</b>  текущее состояние современных научных достижений в области теоретической информатики и кибернетики  <b>Уметь:</b>  оценивать методы теоретической информатики и кибернетики с точки зрения возможности и целесообразности их применения при построении математических моделей  <b>Владеть:</b></p>

	навыками использования методов теоретической информатики и кибернетики при построении математических моделей
Способность применять алгебраические, логические, комбинаторные, вероятностные и алгоритмические методы анализа графов, автоматов, формальных языков, символьных последовательностей	<p><b>Знать:</b> текущее положение современных научных достижений в теоретической информатике и кибернетике.</p> <p><b>Уметь:</b> оценивать методы теоретической информатики и кибернетики с точки зрения возможности и целесообразности их применения при решении задач</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования методов теоретической информатики и кибернетики</p>

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

Дисциплина «Теоретическая информатика, кибернетика» входит в образовательный компонент учебного плана программы аспирантуры по научной специальности 1.2.3 Теоретическая информатика, кибернетика.

Согласно учебному плану дисциплина изучается в 5-м и 6-м семестрах.

Изучение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные при освоении образовательной программы предыдущего уровня.

Язык преподавания – русский.

## 3. Виды учебной работы и тематическое содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы или 144 академических часа.

### 3.1. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Объем в академических часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	144
В том числе:	
<b>Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем). Всего</b>	72
В том числе:	
Лекции (Л)	48
Практические занятия (Пр)	24
Лабораторные занятия (Лаб)	0
Вид промежуточной аттестации	
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СР) (всего)</b>	72
В том числе:	
Самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовка к занятиям	
Подготовка к промежуточной аттестации	

### 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 №4							
1	Математическое программирование	8	4	2		2	
2	Исследование операций, теория игр	8	4	2		2	
3	Оптимальное управление	8	4	2		2	
4	Дискретная оптимизация	8	4	2		2	
5	Теория функциональных систем	6	4			2	
6	Комбинаторный анализ и теория графов	8	4	2		2	
7	Теория кодирования	8	4	2		2	
...							
Вид промежуточной аттестации в семестре - зачет							
Семестр №5							
8	Управляющие системы	8	4	2		2	
9	Дизъюнктивные нормальные формы	6	4			2	
10	Синтез и сложность управляющих систем	6	2	2		2	
11	Эквивалентные преобразования управляющих систем	6	2	2		2	
12	Надежность и контроль функционирования управляющих систем	6	2	2		2	
13	Математическая экономика	8	4	2		2	
14	Дополнительная программа	23	2	2		19	
	Подготовка к экзамену	27				27	
Вид промежуточной аттестации в семестре-экзамен							
<b>Итого:</b>		144	48	24		72	

### 3.3. Содержание аудиторных занятий

#### Содержание лекционных занятий

№ раздела	№ лекции	Основное содержание	Количество часов	В т.ч. с использованием ПОТ (№)
Семестр №4				
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.	4	
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. Потоки в сетях (теорема Форда-Фалкерсона, задача и алгоритмы поиска кратчайшего пути в графе, задача составления расписаний, транспортная задача).	4	
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.	4	
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,	4	

		NP, NPC). NP-трудные задачи (задача о рюкзаке, задача коммивояжера)..		
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	4	
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	4	
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	4	
Семестр №5				
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	4	
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.	2	
11	11.1 - 11.3	Эквивалентные преобразования формул двузначной логики P2. Эквивалентные преобразования контактных схем. Эквивалентные преобразования операторных алгоритмов. Пример Линдона.	2	
12	12.1	Построение надежных контактных схем из ненадежных	2	



	- 12.3	контактов. Логический подход к контролю исправности и диагностике неисправностей управляющих систем. Тесты.		
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.	4	
14	14.1 - 14.7	Содержание лекций определяется индивидуальными дополнительными программами кандидатского экзамена и темами выполняемых диссертационных работ	2	
			<b>Итого:</b>	<b>48</b>

### Содержание практических занятий

№ раздела	№ занятия	Основное содержание	Количество часов	
			В т.ч. с использованием ЛОТ (*)	
Семестр №4,5				
1	1.1- 1.2	Математическое программирование	2	
2	2.1- 2.2	Исследование операций, теория игр	2	
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	2	
14	14.1 - 14.4	Дополнительная программа	2	
			<b>Итого:</b>	<b>24</b>

### 3.4. Организация самостоятельной работы обучающегося

№ раздела	Задания для самостоятельной работы	Количество часов	В т.ч. с использованием ЛОТ (*)
Семестр № 4, 5			
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, коллоквиум, дискуссия, собеседование, зачет, экзамен. В течение семестра обучающиеся выполняют практические работы, указанные преподавателем. 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, коллоквиума.

5.2. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета и экзамена.

Вопросы к зачету:

1. Математическое программирование. (Теоремы о достижении нижней грани Критерий оптимальности в гладких выпуклых задачах минимизации. Теорема Куна-Таккера, двойственная задача. Метод проекции градиента Метод Ньютона. Метод покоординатного спуска. Метод штрафных функций. Метод барьерных функций. Метод динамического программирования. Устойчивость задач оптимизации. Линейное программирование.)
2. Исследование операций, теория игр. (Антагонистические игры, матричные игры. Бескоалиционные игры  $n$  лиц. Равновесие по Нэшу. Принцип гарантированного результата. Минимаксные задачи. Иерархические игры. Потоки в сетях)
3. Оптимальное управление.
4. Дискретная оптимизация.
5. Комбинаторный анализ и теория графов. (Алгоритм распознавания полноты систем функций  $k$ -значной логики. Алгоритмическая неразрешимость проблемы полноты для автоматов. Вычислимые функции.)
6. Теория кодирования.( Оценки и асимптотики для комбинаторных чисел. Графы и сети. Теорема Рамсея)
7. Управляющие системы.
8. Эквивалентные преобразования управляющих систем. (Проблема минимизации булевых функций. Дизъюнктивные нормальные формы (ДНФ), Постановка задачи в геометрической форме. Локальные алгоритмы построения ДНФ. )

Экзаменационные вопросы:

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 быстрого действия, 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  $P_2$ .
35. Алгоритм распознавания полноты систем функций  $k$ -значной логики  $P_k$ .
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.
49. Алфавитное кодирование. Критерии однозначности декодирования. Неравенство Крафта—Макмиллана.
50. Оптимальное кодирование. Построение кодов с минимальной избыточностью.
51. Самокорректирующиеся коды. Граница упаковки. Коды Хемминга, исправляющие единичную ошибку.
52. 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.

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

**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;
- выполнение домашнего задания – решение задач, выдаваемых на практических занятиях;
- чтение статей, рекомендованных преподавателем, по темам для самостоятельного изучения;
- подготовка к зачету и 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**

Коллоквиум, собеседование, дискуссия и зачет оцениваются по системе: зачтено, незачтено. Экзамен оценивается по системе: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

На практических занятиях контроль осуществляется при ответе у доски и при проверке решений задач.

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**

Дисциплина полностью обеспечена учебной литературой, представленной в печатном или электронном виде. Для осуществления образовательной деятельности по дисциплине рекомендуется следующая основная и дополнительная литература.

### **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.

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.: Graphtheory/ DiestelReinhard.
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. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Обучающиеся и преподаватели КарНЦ РАН имеют доступ к ряду электронных библиотечных систем, к которым подключена Научная библиотека КарНЦ РАН. Для электронных ресурсов используется лицензионное программное обеспечение.

Для поиска учебной и научной литературы аспиранты используют следующие ЭБС:

- Электронная библиотека Республики Карелия <http://elibrary.karelia.ru/>

- Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>

- другие базы данных размещены на сайте Научной библиотеки КарНЦ РАН в разделах «Электронные научные ресурсы» и «Электронные библиотеки»

<http://library.krc.karelia.ru/section.php?plang=r&id=894>,  
<http://library.krc.karelia.ru/section.php?plang=r&id=499>.

<b>Интернет-ресурсы</b>	
<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://windows.edu.ru">http://windows.edu.ru</a>	Портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
<a href="http://school.edu.ru">http://school.edu.ru</a>	Российский общеобразовательный портал
<a href="http://webofknowledge.com">http://webofknowledge.com</a>	Библиографическая и реферативная база данных WebofScience
<a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>	Библиографическая и реферативная база данных Scopus

## **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).