

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИПМИ КарНЦ РАН)



УТВЕРЖДАЮ
Врио директора ИПМИ КарНЦ РАН

д.ф.-м.н., проф.
В.В. Мазалов

16. марта 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА

Направление подготовки: 01.06.01 «Математика и механика»

Профиль: «Дискретная математика и математическая кибернетика»

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Петрозаводск
2017

Составитель рабочей программы:

ст.н.с., доцент, к.ф.-м.н.
(должность, ученое звание, ученая степень)


(подпись)

И.А. Чеплюкова
(Ф.И.О.)

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и утверждена на заседании Ученого совета ИПМИ КарНЦ РАН

« 16 » марта 2017 г., протокол № 3

Председатель Ученого совета
Д.ф.-м.н., проф.



В.В. Мазалов

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. *Целью дисциплины является:* фундаментальная подготовка по основным разделам дискретной математике и математической кибернетики, овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования при решении различных теоретических и практических задач, а также подготовка к сдаче экзамена кандидатского минимума по специальности.

1.2. *Виды профессиональной деятельности:*

- научно-исследовательская деятельность;
- преподавательская деятельность;
- проектная деятельность.

Программа аспирантуры направлена на освоение всех видов профессиональной деятельности, к которым готовиться выпускник.

2. Место дисциплины в структуре ООП аспиранта

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, ПК5.

3. Требования к уровню подготовки аспиранта, завершившего изучение дисциплины

В результате освоения дисциплины аспирант приобретает следующие компетенции.

Компетенция	Код по ФГОС ВО (уровень подготовки кадров)	Структура компетенции	Дескрипторы (уровни) - основные признаки освоения (показатели достижения результата)		Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию 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	УК1	Знать: текущее состояние современных научных достижений, фундаментальные основы дискретной математики и кибернетики	Высокий (превосходный) уровень	Знать: основные понятия, модели, методы и теоретические положения курса «Дискретная математика и математическая кибернетика»	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	основные методы дискретной математики и математической кибернетики	
			Пороговый (базовый) уровень	основные понятия современной дискретной математики и математической кибернетики	
		Уметь: генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в	Высокий (превосходный) уровень	Уметь: генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности,

		том числе в междисциплинарных областях	Повышенный (продвинутый) уровень	эффективно использовать математические модели в научных исследованиях	применение полученных знаний для решения практических задач
			Пороговый (базовый) уровень	решать конкретные практические задачи	
		Владеть: способностью к анализу и оценке современных научных достижений	Высокий (превосходный) уровень	Владеть: основными методами научных исследований	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	навыками проведения вычислительного эксперимента	
			Пороговый (базовый) уровень	основными методами дискретной математики и математической кибернетики	
		Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	УКЗ	Знать: текущее состояние современных научных достижений	Высокий (превосходный) уровень
Повышенный (продвинутый) уровень	основные методы дискретной математики и математической кибернетики				

			Пороговый (базовый) уровень	основные понятия современной дискретной математики и математической кибернетики	
		Уметь: вести научно-исследовательскую деятельность	Высокий (превосходный) уровень	Уметь: применять полученные теоретические знания для решения новых практических задач	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	эффективно использовать математические модели в научных исследованиях	
			Пороговый (базовый) уровень	решать практические задачи	
		Владеть: организационными, коммуникативными навыками, позволяющими осуществлять работу в исследовательских коллективах	Высокий (превосходный) уровень	Владеть: основными методами научных исследований	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	навыками проведения вычислительного эксперимента	
			Пороговый (базовый) уровень	методикой решения практических задач	
Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на	УК4	Знать: текущее состояние современных научных достижений	Высокий (превосходный) уровень	Знать: основные понятия, модели, методы и теоретические положения курса «Дискретная	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение

государственном и иностранном языках				математика и математическая кибернетика»	полученных знаний для решения практических задач
		Повышенный (продвинутый) уровень	основные методы дискретной математики и кибернетики		
		Пороговый (базовый) уровень	основные понятия современной дискретной математики и кибернетики		
	Уметь: принимать мотивированное решение		Высокий (превосходный) уровень	Уметь: применять полученную теоретическую подготовку для постановки и решения практических задач с использованием русского и английского языков	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	эффективно использовать методы дискретной математики и кибернетики в научных исследованиях с использованием русского и английского языков	
			Пороговый (базовый) уровень	решать конкретные задачи	

		Владеть: навыками принятия решений и способностью нести ответственность за принятые решения	Высокий (превосходный) уровень	Владеть: основными методами научных исследований	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	навыками использования понятий и методов дискретной математики и кибернетики	
			Пороговый (базовый) уровень	навыками использования методов дискретной математики при моделировании	
Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	УК5	Знать: текущее состояние современных научных достижений	Высокий (превосходный) уровень	Знать: основные понятия, модели, методы и теоретические положения курса «Дискретная математика и математическая кибернетика»	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	основные методы дискретной математики и кибернетики	
			Пороговый (базовый) уровень	основные понятия современной дискретной математики и математической кибернетики	

		Уметь: принимать мотивированное решение	Высокий (превосходный) уровень	Уметь: применять полученную теоретическую подготовку для постановки и решения практических задач	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	эффективно использовать математические модели в научных исследованиях	
			Пороговый (базовый) уровень	решать конкретные задачи	
		Владеть: навыками принятия решений и способностью нести ответственность за принятые решения	Высокий (превосходный) уровень	Владеть: основными методами научных исследований	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	навыками использования методов научных исследований	
			Пороговый (базовый) уровень	навыками использования понятий дискретной математики и математической кибернетики	
Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей	ОПК1	Знать: текущее состояние современных научных достижений в области дискретной математики и кибернетики	Высокий (превосходный) уровень	Знать: основные понятия, модели, методы и теоретические положения курса «Дискретная математика и	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для

профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий				математическая кибернетика»	решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	основные методы дискретной математики и математической кибернетики	
			Пороговый (базовый) уровень	основные понятия современной дискретной математики и математической кибернетики	
	Уметь: использовать основные методы теории случайных графов		Высокий (превосходный) уровень	Уметь: применять полученную теоретическую подготовку для решения новых практических задач	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	эффективно использовать методы дискретной математики в научных исследованиях	
			Пороговый (базовый) уровень	решать конкретные практические задачи	
	Владеть: навыками и основными методами дискретной математики и кибернетики		Высокий (превосходный) уровень	Владеть: основными методами научных исследований	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение
			Повышенный (продвинутый) уровень	навыками использования основных методов	

				дискретной математики	полученных знаний для решения практических задач
			Пороговый (базовый) уровень	навыками использования понятий дискретной математики при решения практических задач	
Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	ОПК2	Знать: историю развития дискретной математики и кибернетики и текущее состояние современных научных достижений в этой области	Высокий (превосходный) уровень	Знать: теоретические положения курса «Дискретная математика и кибернетика»	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	историю развития дискретной математики и математической кибернетики	
			Пороговый (базовый) уровень	основные принципы использования методов дискретной математики и математической кибернетики при решении задач	
		Уметь: применять полученные теоретические знания в преподавательской деятельности	Высокий (превосходный) уровень	Уметь: разрабатывать новые учебные программы в различных областях дискретной математики и математической кибернетики	

			Повышенный (продвинутый) уровень	эффективно использовать полученные знания при проведении учебных занятий	решения практических задач
			Пороговый (базовый) уровень	решать конкретные практические задачи	
		Владеть: способностью к критическому анализу учебных программ по дискретной математике и математической кибернетики	Высокий (превосходный) уровень	Владеть: основными методами разработки учебных программ по дискретной математике и математической кибернетики	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	навыками объяснения сути основных методов дискретной математики и математической кибернетики	
			Пороговый (базовый) уровень	основными методами решения конкретные практические задачи	
			Высокий (превосходный) уровень	Знать: теоретические положения курса «Дискретная математика и математическая кибернетика»	
Понимание роли и места дискретной математики и математической кибернетики в математике в целом, их связи с другими разделами математики и	ПК1	Знать: методы дискретной математики используемые при решении при решении задач в других областях знаний	Повышенный (продвинутый) уровень	основные методы дискретной математики и	
			Высокий (превосходный) уровень		

другими областями науки				математической кибернетики	
			Пороговый (базовый) уровень	основные методы дискретной математики используемые при моделировании	
		Уметь: оценивать методы дискретной математики с точки зрения возможности и целесообразности их применения при решении практических задач в области математического моделирования	Высокий (превосходный) уровень	Уметь: применять полученные теоретические знания для решения новых научно-исследовательских и практических задач	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	эффективно использовать методы дискретной математики в научных исследованиях в области математического моделирования	
			Пороговый (базовый) уровень	решать конкретные практические задачи	
		Владеть: навыками использования методов дискретной математики и математической кибернетики при моделировании	Высокий (превосходный) уровень	Владеть: основными методами научных исследований	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	основными методами дискретной математики	
			Пороговый (базовый) уровень	Навыками использования методов дискретной	

				математики при решении задач в области моделирования		
Способность применять и строить самостоятельно эффективные алгоритмы для решения дискретных задач	ПК2	Знать: текущее состояние современных научных достижений в области дискретной математики и кибернетики	Высокий (превосходный) уровень	Знать: теоретические положения курса «Дискретная математика и математическая кибернетика»	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение знаний для решения практических задач	
			Повышенный (продвинутый) уровень	основные методы дискретной математики и математической кибернетики		
			Пороговый (базовый) уровень	основные понятия современной дискретной математики и математической кибернетики		
	Уметь: оценивать методы дискретной математики с точки зрения возможности и целесообразности их применения при решении практических задач			Высокий (превосходный) уровень	Уметь: применять полученные теоретические знания для решения новых практических задач	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
				Повышенный (продвинутый) уровень	эффективно использовать математические модели в научных исследованиях	
				Пороговый (базовый) уровень	решать конкретные практические задачи	

		Владеть: навыками использования методов дискретной математики и математической кибернетики	Высокий (превосходный) уровень	Владеть: основными методами научных исследований	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	навыками использования основных методов дискретной математики	
			Пороговый (базовый) уровень	основными методами обработки данных с помощью методов дискретной математики	
Способностью строить математические модели дискретных процессов при помощи графов, автоматов, логических формул	ПКЗ	Знать: текущее состояние современных научных достижений в области дискретной математики и кибернетики	Высокий (превосходный) уровень	Знать: теоретические положения курса «Дискретная математика и математическая кибернетика»	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	основные методы дискретной математики и математической кибернетики	
			Пороговый (базовый) уровень	основные понятия современной дискретной математики и математической кибернетики	
		Уметь: оценивать методы дискретной математики с точки	Высокий (превосходный) уровень	Уметь: применять полученные теоретические знания	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение

		зрения возможности и целесообразности их применения при построении математических моделей		для решения новых практических задач	полученных знаний для решения практических задач	
			Повышенный (продвинутый) уровень	эффективно использовать математические модели в научных исследованиях при построении математической модели		
		Владеть: навыками использования методов дискретной математики и математической кибернетики при построении математической модели	Пороговый (базовый) уровень	решать практические задачи		Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Высокий (превосходный) уровень	Владеть: основными методами научных исследований		
			Повышенный (продвинутый) уровень	навыками использования основных методов дискретной математики		
			Пороговый (базовый) уровень	методикой решения практических задач		
Способностью применять алгебраические, логические, комбинаторные, вероятностные и алгоритмические методы анализа графов, автоматов, формальных языков,	ПК4	Знать: текущее положение современных научных достижений в дискретной математике и математической кибернетике	Высокий (превосходный) уровень	Знать: теоретические положения курса «Дискретная математика и математическая кибернетика»		
			Повышенный (продвинутый) уровень	основные методы математического дискретной математики и		

СИМВОЛЬНЫХ последовательностей				математической кибернетики	
			Пороговый (базовый) уровень	историю развития теории и основные объекты дискретной математики и математической кибернетики	
		Уметь: оценивать методы дискретной математики с точки зрения возможности и целесообразности их применения при решении задач	Высокий (превосходный) уровень	Уметь: применять полученные теоретические знания для решения новых практических задач	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	эффективно использовать методы дискретной математики и математической кибернетики в научных исследованиях	
			Пороговый (базовый) уровень	решать конкретные практические задачи	
		Владеть: навыками использования методов дискретной математики и математической кибернетики	Высокий (превосходный) уровень	Владеть: основными методами научных исследований	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	основными методами дискретной математики и математической кибернетики	
			Пороговый (базовый) уровень	навыками использования методов дискретной	

				математики при решении конкретные задачи	
--	--	--	--	---	--

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

4.1. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы, 216 часа.

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

4.2. Лекционные занятия

№ те мы	Название раздела/темы дисциплины	Технология проведения	Формиру- емые компетен- ции (код)	Форма оценочных средств	Трудоемкость (час.)
1	Математическое программирование	Чтение лекций, использование учебников, методических пособий	ПК 1	собеседование	10
2	Исследование операций, теория игр	Чтение лекций, использование учебников, методических пособий	ПК 1, ПК 4	собеседование	8
3	Оптимальное управление	Чтение лекций, использование учебников, методических пособий	ПК 1	собеседование	8
4	Дискретная оптимизация	Чтение лекций, использование учебников, методических пособий	ПК 1, ПК 3	собеседование	7

5	Теория функциональных систем	Чтение лекций, презентации с использованием мультимедийного оборудования, использование учебников, методических пособий	ПК 1, ПК 3	собеседование	8
6	Комбинаторный анализ и теория графов	Чтение лекций, использование учебников, методических пособий	ПК 1, ПК 3	собеседование	7
7	Теория кодирования	Чтение лекций, использование учебников, методических пособий	ПК 1, ПК 4	коллоквиум	6
8	Управляющие системы	Чтение лекций, использование учебников, методических пособий	ПК 1, ПК 3, ПК 4	собеседование	8
9	Дизъюнктивные нормальные формы	Чтение лекций, использование учебников, методических пособий	ПК 1	собеседование	4
10	Синтез и сложность управляющих систем	Чтение лекций, использование учебников, методических пособий	ПК 1	собеседование	6
11	Эквивалентные преобразования управляющих систем	Чтение лекций, использование учебников, методических пособий	ПК 1	собеседование	6
12	Надежность и контроль функционирования управляющих систем	Чтение лекций, использование учебников, методических пособий	ПК 1	собеседование	6
13	Математическая экономика	Чтение лекций, использование учебников, методических пособий	ПК 1,	собеседование	10

14	Дополнительная программа	Чтение лекций, использование учебников, методических пособий	ОПК 1, ОПК 2	собеседование	14
Итого:					108

4.3. Практические (семинарские) занятия

№ темы	Тематика занятий	Технология проведения	Формируемые компетенции (код)	Форма оценочных средств	Трудоемкость (час.)
1	Математическое программирование	Лабораторный практикум, консультация по решению задач	УК 1 ОПК 2	Дискуссия	4
2	Исследование операций, теория игр	Лабораторный практикум, консультация по решению задач	УК 4, ПК 2	Дискуссия	4
3,4	Оптимальное управление. Дискретная оптимизация	Лабораторный практикум, консультация по решению задач	ОПК 2	Дискуссия	3
6,7	Комбинаторный анализ и теория графов. Теория кодирования	Лабораторный практикум, консультация по решению задач	ПК 3	Дискуссия	5
8,10	Управляющие системы. Синтез и сложность управляющих систем	Лабораторный практикум, консультация по решению задач	ОПК 1,	Дискуссия	4
11	Эквивалентные преобразования управляющих систем	Лабораторный практикум, консультация по решению задач	ОПК 2	Дискуссия	2
12	Надежность и контроль функционирования управляющих систем	Лабораторный практикум, консультация по решению задач	ПК 3	Дискуссия	2

13	Математическая экономика	Лабораторный практикум, консультация по решению задач	ОПК 1,	Дискуссия	4
14	Дополнительная программа	Лабораторный практикум, консультация по решению задач	ОПК 1, ОПК 2, УК 3	Дискуссия	8
	Итого:				36

5. Содержание дисциплины

Тема №1.

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.

Тема №2.

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).

Тема №3.

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.

Тема №4.

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).

Тема №5.

Проблема полноты. Теорема о полноте систем функций двузначной логики P_2 . Алгоритм распознавания полноты систем функций k -значной логики P_k . 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.

Тема №6.

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.

Тема №7.

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.

Тема №8.

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.

Тема №9.

Проблема минимизации булевых функций. Дизъюнктивные нормальные формы (ДНФ), Постановка задачи в геометрической форме. Локальные алгоритмы построения ДНФ. Построение ДНФ ΣT (сумма тупиковых) с помощью локального алгоритма. Невозможность построения ДНФ ΣM (сумма минимальных) в классе локальных алгоритмов.

Тема №10.

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.

Тема №11.

Эквивалентные преобразования формул двузначной логики P_2 . Эквивалентные преобразования контактных схем. Эквивалентные преобразования операторных алгоритмов. Пример Линдона.

Тема №12.

Построение надежных контактных схем из ненадежных контактов. Логический подход к контролю исправности и диагностике неисправностей управляющих систем. Тесты.

Тема №13.

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.

Тема №14.

Содержание лекций определяется индивидуальными дополнительными программами кандидатского экзамена и темами выполняемых диссертационных работ

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

Формы проведения самостоятельной работы

№	Тема дисциплины	Форма самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)
2	Исследование операций, теория игр	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение по основной и дополнительной литературе с использованием интернет-ресурсов. Выполнение домашних и контрольных работ	8
3	Оптимальное управление	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение по основной и дополнительной литературе с использованием интернет-ресурсов	8
5	Теория функциональных систем	Проработка конспектов лекций и вопросов,	8

		вынесенных на самостоятельное изучение по основной и дополнительной литературе с использованием интернет-ресурсов	
9	Дизъюнктивные нормальные формы	Выполнение домашних и контрольных работ с привлечением специальной научно-технической литературы и программных средств и интернет-ресурсов.	4
13	Математическая экономика	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение по основной и дополнительной литературе с использованием интернет-ресурсов. Выполнение домашних и контрольных работ	10
14	Дополнительная программа	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение по основной и дополнительной литературе с использованием интернет-ресурсов.	34
	Итого:		72

7. Контроль знаний аспирантов

7.1. Формы текущего контроля работы аспирантов:

1) коллоквиум; 2) собеседование; 3) дискуссия.

7.2. 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 двужначной 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.
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.

7.4. Критерии оценки экзамена аспирантов по дисциплине

«Дискретная математика и математическая кибернетика»

Критерии оценки экзамена	
оценка «отлично»	Ставится, если аспирант строит ответ логично в соответствии с планом, обнаруживает глубокое знание теоретических вопросов. Уверенно отвечает на дополнительные вопросы. Грамотно использует научную лексику, свободно ориентируется в материале курса. Аспирант успешно справляется с практическим заданием.
оценка «хорошо»	Ставится, если аспирант строит ответ в соответствии с планом, обнаруживает понимание теоретических вопросов. Ответ содержит ряд несущественных неточностей. Наблюдается неточность при ответе на дополнительные вопросы. Аспирант успешно справляется с практическим заданием или допускает незначительные ошибки.
оценка «удовлетворительно»	Ставится, если ответ аспиранта недостаточно логически выстроен, обнаруживается недостаточно полное понимание теоретических вопросов, хотя основные понятия раскрываются правильно. Аспирант справляется с практическим заданием, допуская ошибки.
оценка «неудовлетворительно»	Ставится если, аспирант оказывается неспособным правильно раскрыть содержание основных понятий. Проявляет стремление подменить научное обоснование проблемы общими рассуждениями. Ответ содержит ряд серьезных неточностей. Аспирант не способен выполнить практическое задание.

7.5. Фонд оценочных средств

Содержание фонда оценочных средств: см. Приложение №1.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература

1. Харари Ф. Теория графов. М:ЛИБРОКОМ, 2003.
2. Андерсон Д.А. Дискретная математика и комбинаторика. М.:Вильямс, 2003.
3. Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. Курс методов оптимизации. М.: Физматлит, 2005.
4. Карманов В.Г. Математическое программирование. М.: Физматлит, 2008.
5. Sanjeev Arora, Boaz Barak. Computational Complexity: a modern approach. -2009.
6. Джон Хопкрофт, Раджив Монтвани, Джеффри Ульман. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. 2-е издание.: Пер. с англ. –М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. –528с.
7. Ingo Wegener. Complexity Theory. -Springer-Verlag berlin Heidelberg. -2005.
8. Michael Sipser. Introduction to the Theory of Computation. 2nd ed.–2006.
9. Основы квантовых вычислений. Учебное пособие./ А.Ф. Гайнутдинова. – Казань: КГУ, 2009. –100с.

8.2. Дополнительная литература

1. Алексеев В.Е., Таланов В.А. Графы и алгоритмы. Структуры данных. Модели вычислений. М.: Интернет-Ун-т информ. технологий: БИНОМ. Лаб.знаний,2006.
2. Асанов М.О., Баранский В.А., Расин. Дискретная математика. Графы,

- матроиды, алгоритмы. СПб:Лань, 2010.
3. Оре О. Теория графов. М.: Наука, 2006.
 4. МакВильямс Ф.Дж., Слоэн Н. Дж. Теория кодов, исправляющих ошибку. М.: Связь. 1979.
 5. Лупанов О. Б. Асимптотические оценки сложности управляющих систем. М.: Изд-во МГУ, 1984.
 6. Кудрявцев В.В., Алешин С.В., Подколзин А.С. Введение в теорию автоматов. М.: Наука, 1985.
 7. Нигматуллин Р.Г. Сложность булевых функций. М.: Наука, 1991.
 8. Труды Математического института им. В.А.Стеклова. Т.51. М.: Изд-во АН СССР, 1958.
 9. Сэведж Дж. Э. Сложность вычислений. М.: Факториал, 1998.
 10. Математические вопросы кибернетики. 1988-2001. Вып.1-10. М.: Наука.
 11. Морозов В.В. Основы теории игр. М.: Изд-во МГУ, 2002
 12. Марков А.А. Введение в теорию кодирования. М.:Наука, 1982.
 13. Орлов В.А. Простое доказательство алгоритмической неразрешимости некоторых задач о полноте автоматных базисов. // Кибернетика. 1973. №4. С. 109-113.
 14. Редькин Н.П. Надежность и диагностика схем. М.: Изд-во МГУ, 1992.
 15. Краснощеков П.С., Петров АА. Принцип построения моделей. М.: Фазис, 2002.
 16. Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию. М.: Наука, 1984.
 17. Никайдо Х. Выпуклые структуры и математическая экономика. М.: Мир, 1972.
 18. Ашманов С.А. Введение в математическую экономику. М.: Наука, 1984.
 19. Обен Ж.-П. Нелинейный анализ и его экономические приложения. М.: Мир, 1988.
 20. Мельников А.В. Стохастический анализ и расчет производных ценных бумаг. М.: ТВП, 1997.
 21. Яблонский С.В. Введение в дискретную математику. М.: Высшая школа. 2008.
 22. Кудрявцев В.Б., Гасанов Э.Э., Долотова О.А., Погосян Г.Р. Теория тестирования логических устройств. Под ред.А.В.Садовниченко.М.: Физматлит, 2006.
 23. Закревский А.Д., Поттосин Ю.В., Черемисинова Л.Д. Логические основы проектирования дискретных устройств. М.: Физматлит, 2007.
 24. Таха Х.А. Введение в исследование операции. М.; СПб.; Нижний Новгород: Вильямс, 2005.
 25. У. Росс Эшби. Введение в кибернетику. М.: КомКнига, 2005.

8.3.

Интернет-ресурсы	
www.garant.ru	Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы
http://biblioclub.ru	Университетская библиотека Online
http://www.elibrary.ru	Электронная библиотека
http://ndce.edu.ru	Каталог учебников, электронных ресурсов для высшего образования

http://edu.ru	Федеральный портал «Российское образование»
http://window.edu.ru	Портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
http://school.edu.ru	Российский общеобразовательный портал

9. Перечень программного обеспечения

LaTeX, Word

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитории для проведения лекционных и практических занятий, мультимедийное оборудование, доска, доступ к Интернет-ресурсам.

11. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями осуществляется в соответствии со следующими документами.

1. Ст.79, 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» .
2. Раздел IV, п.п. 46-51 приказа Минобрнауки России от 19.11.2013 № 1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)».
3. Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены зам. Министра образования и науки РФ А.А.Климовым от 8.4.2014 г. № АК-44/05 вн).

Содержание фонда оценочных средств

Собеседование

- Тема №1. Математическое программирование.
- Тема №2. Исследование операций, теория игр.
- Тема №3. Оптимальное управление
- Тема №4. Дискретная оптимизация
- Тема №5. Теория функциональных систем
- Тема №6. Комбинаторный анализ и теория графов
- Тема №7. Теория кодирования
- Тема №8. Управляющие системы
- Тема №9. Дизъюнктивные нормальные формы
- Тема №10. Синтез и сложность управляющих систем
- Тема №11. Эквивалентные преобразования управляющих систем
- Тема №12. Надежность и контроль функционирования управляющих систем
- Тема №13. Математическая экономика

Критерии оценки собеседования

«зачтено»	Ставится, если аспирант строит ответ логично в соответствии с планом, обнаруживает глубокое знание теоретических вопросов. Уверенно отвечает на дополнительные вопросы. При ответе грамотно использует научную лексику, способен привести примеры, демонстрирующие эффективность теории.
«не зачтено»	Ставится, если аспирант оказывается неспособным правильно раскрыть содержание основных понятий. Ответ содержит ряд серьезных неточностей. Аспирант не отвечает на дополнительные вопросы и не ориентируется свободно в излагаемом материале.

Дискуссия

Темы дискуссий

1. Математическое программирование
2. Исследование операций, теория игр.
3. Оптимальное управление.
4. Дискретная оптимизация.
5. Комбинаторный анализ и теория графов.
6. Теория кодирования.
7. Управляющие системы.
8. Синтез и сложность управляющих систем.
9. Эквивалентные преобразования управляющих систем.
10. Надежность и контроль функционирования управляющих систем.
11. Математическая экономика.

Критерии оценки дискуссии:

«зачтено»	Ставится, если аспирант раскрывает тему дискуссии логично, обнаруживает глубокое знание темы. Уверенно отвечает на вопросы, грамотно обосновывает свою позицию. При ответе свободно и уверенно ориентируется в материале.
«не зачтено»	Ставится, если аспирант оказывается неспособным правильно раскрыть содержание основных понятий по теме дискуссии. Ответ содержит ряд серьезных неточностей. Аспирант не раскрывает тему дискуссии, не обосновывает свою позицию по теме дискуссии.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

за _____ / _____ учебный год

В _____ рабочую _____ программу

Для _____ (наименование дисциплины) _____
_____ специальности _____ (тей)

_____ (номер специальности)

Вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес

(должность, ФИО, подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании Ученого совета ИПМИ
КарНЦ РАН

« ___ » _____ 20 ___ г.

Председатель Ученого совета

(подпись)

(ФИО)