

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



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИПМИ КарНЦ РАН

д.ф.-м.н., проф.

В.В. Мазалов

22 мая 2014 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ
И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ**

Направление подготовки: 09.06.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль: Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Петрозаводск
2014

Составитель рабочей программы:

Зав. лаб., профессор, д.ф.-м.н.
(должность, ученое звание, ученая степень)

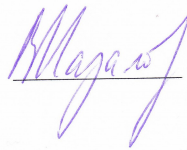

(подпись)

Ю.В. Заика
(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

«22» мая 2014 г., протокол № 6

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



В.В. Мазалов

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. *Целью дисциплины является:* изучение концепции математического моделирования и методов численного анализа; формирование навыков использования методов математического моделирования в научно-исследовательской и педагогической деятельности; формирование навыков разработки программных комплексов в научно-исследовательской деятельности; повышение квалификации в области научных основ и применении математического моделирования, численных методов и комплексов программ для решения фундаментальных научных и прикладных научно-технических проблем.

1.2. *Виды профессиональной деятельности:*

- научно-исследовательская деятельность;
- проектная деятельность.

Выпускник, освоивший программу аспирантуры в соответствии с данными видами профессиональной деятельности, готов решать следующие профессиональные задачи:

- подготовка научных и научно-технических публикаций;
- разработка алгоритмов и программных комплексов с использованием методов математического моделирования;
- планирование процессов и ресурсов для решения задач в области прикладной математики и информатики;
- использование математических методов моделирования в научно-исследовательской, педагогической и производственно-технологической деятельности, включая разработку алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования.

2. Место дисциплины в структуре ООП аспиранта

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» является вариативной согласно учебному плану ООП по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Дисциплина изучается в 5-м и 6-м семестрах, направлена на формирование компетенций УК1, УК3, УК6, ОПК1, ОПК7, ПК1, ПК4.

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 крити-ческому 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 математического анализа моделей	Высокий (превосходный) уровень	Знать: основные понятия, модели, алгоритмы и теоретические положения курса «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	основные методы математического моделирования, численного анализа и программирования	
			Пороговый (базовый) уровень	основные принципы математического моделирования и программирования	
		Уметь: генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Высокий (превосходный) уровень	Уметь: генерировать новые идеи при решении исследовательских и 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: 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 обработки данных с помощью программных комплексов	
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	Знать: основные понятия, методы, алгоритмы и теоретические положения курса «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	основные методы математического моделирования и программирования	
			Пороговый (базовый) уровень	основные принципы математического моделирования, современные основы программирования	
		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	
Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	УК6	Знать: текущее состояние современных научных достижений	Высокий (превосходный) уровень	Знать: основные понятия, модели, алгоритмы и теоретические положения курса «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	основные методы математического моделирования и программирования	
			Пороговый (базовый) уровень	основные принципы математического моделирования	
		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 математической обработки данных с помощью современных программных комплексов	
			Пороговый (базовый) уровень	навыками проведения вычислительного эксперимента	
Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	ОПК1	Знать: текущее состояние современных научных достижений, методику проведения вычислительных экспериментов и составления математических моделей	Высокий (превосходный) уровень	Знать: основные понятия, модели, алгоритмы и теоретические положения курса «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	основные методы математического моделирования, классификации моделей, основные концепции программирования	
			Пороговый (базовый) уровень	методику проведения вычислительных экспериментов и составления математических моделей	
		Уметь: проводить вычислительные эксперименты, разрабатывать математические моде-	Высокий (превосходный) уровень	Уметь: применять полученную теоретическую подготовку для решения новых практических	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение по-

		ли, численные методы, использовать программные среды для математического моделирования		задач	лученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	эффективно использовать математические модели в научных исследованиях	
			Пороговый (базовый) уровень	решать конкретные практические задачи	
		Владеть: навыками обработки информации и анализа полученных данных, основными методами научных исследований, навыками проведения вычислительного эксперимента	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	навыками обработки экспериментальных данных с помощью программных комплексов	
Владение методами проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности	ОПК7	Знать: текущее состояние современных научных достижений, основы законодательства в области интеллектуальной собственности	Высокий (превосходный) уровень	Знать: теоретические положения курса «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», основы законодательства в области интеллектуальной собственности	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Повышенный (продвинутый) уровень	основные аспекты математического моделирования, основы законодательства в области интеллектуальной собственности	
			Пороговый (базовый) уровень	основные принципы математического моделирова-	

		Уметь: применять полученные теоретические знания для решения конкретных практических задач, эффективно использовать математические модели в научных исследованиях	уровень	ния	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Высокий (превосходный) уровень	Уметь: разрабатывать программные средства для математического моделирования	
			Повышенный (продвинутый) уровень	эффективно использовать математические модели в научных исследованиях	
		Владеть: способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений	Пороговый (базовый) уровень	решать конкретные 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 проведения вычислительного эксперимента	
Способность к разработке новых математических методов моделирования объектов и явлений	ПК1	Знать: современные научные достижения в области математического моделирования, методику проведения вычислительных экспериментов	Пороговый (базовый) уровень	основными методами обработки данных с помощью современных программных комплексов	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение знаний для решения практических задач
			Высокий (превосходный) уровень	Знать: основные теоретические положения курса «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	
			Повышенный (продвинутый) уровень	основные методы математического моделирования и программирования	
			Пороговый (базовый) уровень	основы классификации моделей, методику моделирования и програм-	

		Уметь: проводить вычислительные эксперименты, разрабатывать математические модели, алгоритмы и численные методы, использовать программные среды для математического моделирования		мирования	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение полученных знаний для решения практических задач
			Высокий (превосходный) уровень	Уметь: применять полученные теоретические знания для решения новых практических задач	
			Повышенный (продвинутый) уровень	эффективно использовать математические модели в научных исследованиях	
		Владеть: навыками обработки информации и математического анализа полученных данных	Пороговый (базовый) уровень	решать конкретные 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 проведения вычислительного эксперимента	
Готовность к реализации математического обеспечения в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента	ПК4	Знать: текущее положение современных научных достижений, методику проведения вычислительных экспериментов, современную методологию программирования	Пороговый (базовый) уровень	основными методами обработки данных с помощью современных программных комплексов	Посещение лекций, семинаров, участие в научно-исследовательской деятельности, применение знаний для решения практических задач 10
			Высокий (превосходный) уровень	Знать: основные теоретические положения курса «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	
			Повышенный (продвинутый) уровень	основные методы математического моделирования и программирования	
			Пороговый (базовый) уровень	основы классификации моделей, основные методы программирования	

		Уметь: проводить вычислительные эксперименты, разрабатывать математические модели, алгоритмы и численные методы, использовать программные комплексы для математического моделирования	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 обработки информации и математического анализа полученных данных	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 обработки данных с помощью современных программных комплексов	

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

4.1. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	32
в том числе:	
лекции	14
семинары	-
практические занятия	18
Самостоятельная работа аспиранта (всего)	76
Вид контроля по дисциплине	зачет/экзамен, 36

4.2. Лекционные занятия

№ те мы	Название раздела/темы дисциплины	Технология проведения	Формиру- емые компетен- ции (код)	Форма оценочных средств	Трудоемкость (час.)
1	Математические основы моделирования	Чтение лекций, презентации с использованием мультимедийного оборудования, использование учебников, методических пособий и УМК	УК 3	коллоквиум	3
2	Информационные технологии принятия решений, исследование операций и задачи искусственного интеллекта	Чтение лекций, презентации с использованием мультимедийного оборудования, использование учебников, методических пособий и УМК	ПК 1	собеседование	3

3	Компьютерные технологии: численные методы, вычислительный эксперимент, алгоритмические языки	Чтение лекций, презентации с использованием мультимедийного оборудования, использование учебников, методических пособий и УМК	ОПК 1	коллоквиум	3
4	Методы математического моделирования	Чтение лекций, презентации с использованием мультимедийного оборудования, использование учебников, методических пособий и УМК	ОПК 7	собеседование	3
5	Математические модели в научных исследованиях	Чтение лекций, презентации с использованием мультимедийного оборудования, использование учебников, методических пособий и УМК	ПК 4	коллоквиум	2
Итого:					14

4.3. Практические (семинарские) занятия

№ темы	Тематика занятий	Технология проведения	Формируемые компетенции (код)	Форма оценочных средств	Трудоемкость (час.)
1	Математические основы моделирования	Лабораторный практикум, консультация по решению задач	УК 1	Дискуссия	4
2	Информационные технологии принятия решений, исследование операций и задачи искусственного интеллекта	Лабораторный практикум, консультация по решению задач	УК 6	Дискуссия	4
3	Компьютерные технологии: численные методы,	Лабораторный практикум, консультация по	ОПК 1	Дискуссия	4

	вычислительный эксперимент, алгоритмические языки	решению задач			
4	Методы математического моделирования	Лабораторный практикум, консультация по решению задач	ОПК 7	Дискуссия	3
5	Математические модели в научных исследованиях	Лабораторный практикум, консультация по решению задач	ПК 1	Дискуссия	3
	Итого:				18

5. Содержание дисциплины

Тема №1. Математические основы моделирования

Элементы теории функций и функционального анализа. Понятия меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций, пространства Соболева. Линейные непрерывные функционалы. Дифференциальные и интегральные операторы.

Экстремальные задачи. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Линейное и выпуклое программирование. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления, принцип максимума Понтрягина. Метод динамического программирования Беллмана.

Теория вероятностей. Математическая статистика. Аксиоматика теории вероятностей. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.

Тема №2. Информационные технологии принятия решений, исследование операций и задачи искусственного интеллекта

Теория принятия решений. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта. Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов.

Тема №3. Компьютерные технологии: численные методы, вычислительный эксперимент, алгоритмические языки

Численные методы. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений и краевых задач математической физики. Численные методы вейвлет-анализа.

Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Математическая модель, алгоритм, программа.

Алгоритмические языки. Представление о современных языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

Тема №4. Методы математического моделирования

Основные принципы математического моделирования. Простейшие математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей. *Методы исследования моделей.* Качественный анализ, устойчивость. Численное моделирование. Проверка адекватности математических моделей.

Тема №5. Математические модели в научных исследованиях

Математические модели в статистической механике, химии, биологии, экономике. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

Формы проведения самостоятельной работы

№	Тема дисциплины	Форма самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)
1	Математические основы моделирования	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение по основной и дополнительной литературе	20
3	Компьютерные технологии: численные методы, вычислительный эксперимент, алгоритмические языки	Выполнение домашних и контрольных работ с привлечением специальной научно-технической литературы и программных средств. Участие в НИР аспирантов	35
4	Методы математического моделирования	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение по основной и дополнительной литературе	21
	Итого:		76

7. Контроль знаний аспирантов

7.1. Формы текущего контроля работы аспирантов:

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

7.2. Промежуточная аттестация по дисциплине:

проводится в форме зачета и экзамена.

7.3. Вопросы по дисциплине

«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

1. Линейные непрерывные функционалы. Линейные операторы, элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.
2. Линейное и выпуклое программирование. Задачи на минимакс.
3. Основные задачи вариационного исчисления.
4. Оптимальное управление. Принцип максимума. Метод динамического программирования.
5. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность, независимость.
6. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов.
7. Элементы теории случайных процессов.
8. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез, многомерного статистического анализа.
9. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.
10. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы.
11. Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов.
12. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование.
13. Численные методы поиска экстремума функций.
14. Численные методы условной оптимизации.
15. Вычислительные методы линейной алгебры.
16. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.
17. Численные методы решения краевых задач математической физики.
18. Метод конечных элементов.
19. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа.
20. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.
21. Алгоритмические языки высокого уровня. Пакеты прикладных программ.
22. Основные принципы математического моделирования. Простейшие математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике, химии.
23. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.
24. Вариационные принципы построения математических моделей.
25. Методы исследования моделей. Устойчивость. Проверка адекватности моделей.
26. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии.
27. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.

28. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание.
29. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.
30. Направления развития математического моделирования в образовании.

7.4. Критерии оценки промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

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.

Критерии оценки зачета	
«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, свободно ориентируется в материале курса. Аспирант успешно справляется с практическим заданием.
«незачтено»	Ставится если, аспирант оказывается неспособным правильно раскрыть содержание основных понятий, плохо ориентируется в материале курса. 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. Самарский, А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. / Самарский А.А., Михайлов А.П. - 2-е изд.,испр. - М. : Физматлит (2001. - 316с. : ил. - Рез.англ. - Библиогр.:с.313-316. - ISBN 5-9221-0120-X
2. Тарасевич, Ю. Ю. Математическое и компьютерное моделирование : вводный курс : учебное пособие / Ю. Ю. Тарасевич. - Изд. 5-е. - Москва : URSS, [2012]. - 149 с. : ил. ; 21,5 см. - Библиогр. : с. 149. - ISBN 978-5-397-02519-5
3. Михеев, С. Е. Стабилизация и ускорение численных методов / С. Е. Михеев ; Санкт-Петербургский государственный университет. - Санкт-Петербург : Издательство СПбГУ, 2014. - 154,[1] с. ; 20 см. - (Вычислительная математика). - Библиогр. : с. 154 - [155]. - ISBN 978-5-288-05533-1
4. Тарасевич, Ю. Ю. Математическое и компьютерное моделирование : вводный курс : учебное пособие для вузов / Ю. Ю. Тарасевич. - Изд. 6-е. - Москва : URSS, [2013]. - 148,[1] с. : ил. ; 21 см. - Библиогр. : с. 148 - [149]. - ISBN 978-5-397-03828-7
5. Бахвалов, Н. С. Численные методы : учебное пособие / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - 7-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 636 с. : ил. ; 24,5 см. - (Классический университетский учебник). - Библиогр. : с. 624 - 628. - Предм. указ. : с. 629 - 632. - ISBN 978-5-9963-0449-3
6. Бахвалов, Н. С. Численные методы в задачах и упражнениях : учебное пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков. - 2-е изд., перепаб. и доп. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 240 с. ; 22 см. - Библиогр. : с. 235. - Предм. указ. : с. 236 - 238. - ISBN 978-5-9963-0333-5

8.2. Дополнительная литература

1. Колесников, А. П. Методы численного анализа, изложенные на языке формул и алгоритмическом языке С# / А. П. Колесников. - Москва : URSS, [2010]. - 412 с. ; 21,5 см. - Библиогр. : с. 411 - 412. - ISBN 978-5-397-01009-2
2. Лисейкин, В. Д. Разностные сетки. Теория и приложения / В. Д. Лисейкин. - Новосибирск : Издательство Сибирского отделения Российской академии наук, 2014. - 253 с. : ил. ; 25 см. - [Изд. при поддержке РФФИ]. - Библиогр. : с. 241 - 249. - ISBN 978-5-7692-1364-9
3. Зарубин, В. С. Математическое моделирование в технике : учебник / В. С. Зарубин. - 3-е изд. - Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - 495 с. ; 21,3 см. - (Математика в техническом университете, Вып. 21, (заключительный)). - Библиогр. : с. 402 - 405. - Предм. указ. : с. 406 - 489. - ISBN 978-5-7038-3194-6
4. Рябенский, В. С. Метод разностных потенциалов и его приложения / В. С. Рябенский. - Изд. 3-е, испр. и доп. - Москва : Физматлит, 2010. - 432 с., [1] л. портр. : ил., табл. ; 22,2 см. - Библиогр. : с. 419 - 432. - ISBN 978-5-9221-1228-4
5. Формалев, В. Ф. Численные методы : учеб. пособие для техн. ун-тов / В. Ф. Формалев, Д. Л. Ревизников ; под ред. А. И. Кибзуна. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 398 с. - Библиогр. : с. 391 - 393. - ISBN 5-9221-0737-2
6. Самарский, А. А. Устойчивость разностных схем / А. А. Самарский, А. В. Гулин. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : УРСС, 2005. - 384 с. - Библиогр. : с. 368 - 383. - Предм. указ. : с. 384. - ISBN 5-354-00944-8
7. Самарский А.А.Задачи и упражнения по численным методам: Все основные разд. числ. анализа/ Самарский А.А., Вабищевич П.Н., Самарская Е.А.; РАН. Ин-т мат. моделирования, МГУ им. М.В. Ломоносова. - 2-е изд., испр. - М.:Едиториал УРСС, 2003. - 207 с. - Библиогр.: с. 206-207

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

Scilab, Octave, 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 оснащённости 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

Коллоквиум

Вопросы к коллоквиуму по дисциплине

«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»:

1. Классификация математических моделей. Модели динамики и статики, с распределенными и сосредоточенными параметрами, детерминированные и стохастические, непрерывные и дискретные. Модели стационарные, квазистационарные и нестационарные. Примеры.
2. Основные подходы к разработке математических моделей: теоретический, эмпирический и комбинированный. Примеры разработки математических моделей с помощью этих подходов.
3. Разработка математических моделей на основе законов сохранения, вариационных принципов и аналогий. Примеры математических моделей диффузии, теплопроводности, конвективного теплопереноса.
4. Теоретический подход к разработке математических моделей. Простейшая модель информационной системы и ее анализ. Применение к конкретным информационным системам различного уровня сложности.
5. Комбинированный подход к разработке математических моделей. Структура математической модели физико-химического процесса разложения гидридов металлов (в рамках общей проблемы материаловедения водородной энергетики).
6. Комбинированный подход к разработке математических моделей. Схематичное представление объекта и система допущений. Модульный принцип и агрегация.
7. Математические основы моделирования. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева. Линейные непрерывные функционалы. Линейные операторы. Дифференциальные и интегральные операторы.
8. Экстремальные задачи. Выпуклый анализ. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Линейное и выпуклое программирование. Задачи на минимакс.
9. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина. Метод динамического программирования Беллмана.
10. Аксиоматика теории вероятностей. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов.
11. Элементы теории случайных процессов.
12. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез.
13. Элементы многомерного статистического анализа.
14. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.
15. Информационные технологии принятия решений, исследование операций и задачи искусственного интеллекта.
16. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.
17. Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов.

Критерии оценки коллоквиума

«зачтено»	Ставится, если аспирант строит ответ логично в соответствии с планом, обнаруживает глубокое знание теоретических вопросов. Уверенно отвечает на дополнительные вопросы.
«незачтено»	Ставится, если аспирант оказывается неспособным правильно раскрыть содержание основных понятий. Ответ содержит ряд серьезных неточностей. Аспирант не отвечает на дополнительные вопросы.

Собеседование

Тема №1. Математические основы моделирования

Элементы теории функций и функционального анализа. Понятия меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций, пространства Соболева. Линейные непрерывные функционалы. Дифференциальные и интегральные операторы.

Экстремальные задачи. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Математическое программирование: линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления, принцип максимума Понтрягина. Метод динамического программирования Беллмана.

Теория вероятностей. Математическая статистика. Аксиоматика теории вероятностей. Условная вероятность. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.

Тема №2. Информационные технологии принятия решений, исследование операций и задачи искусственного интеллекта

Теория принятия решений. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта. Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов.

Тема №3. Компьютерные технологии: численные методы, вычислительный эксперимент, алгоритмические языки

Численные методы. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений и краевых задач математической физики. Численные методы вейвлет-анализа.

Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Математическая модель, алгоритм, программа.

Алгоритмические языки. Представление о современных языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

Тема №4. Методы математического моделирования

Основные принципы математического моделирования. Простейшие математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике, экономике. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей.

Методы исследования моделей. Качественный анализ, устойчивость. Численное моделирование. Проверка адекватности математических моделей.

Тема №5. Математические модели в научных исследованиях

Математические модели в статистической механике, химии, биологии, экономике. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

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.
«незачтено»	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. Математические основы моделирования.
2. Информационные технологии принятия решений, исследование операций и задачи искусственного интеллекта.
3. Компьютерные технологии: численные методы, вычислительный эксперимент, алгоритмические языки, пакеты прикладных программ.
4. Численные методы поиска экстремума.
5. Вычислительные методы линейной алгебры.
6. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений и краевых задач математической физики.
7. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.
8. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа.
9. Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.
10. Простейшие математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей.

11. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей.
12. Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.
13. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.
14. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргodicность и перемешивание.
15. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

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.
«незачтено»	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 _____
(наименование дисциплины)

Для 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)