

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт программных систем им. А.К. Айламазяна Российской академии наук

«Утверждаю»
Директор ИПС им. А.К. Айламазяна РАН
член-корреспондент РАН



С.М. Абрамов

«22» 10 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математическое моделирование и планирование эксперимента»

Образовательная программа: основная профессиональная образовательная программа высшего образования - программа подготовки научно - педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки: 09.06.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль):

Системный анализ, управление и обработка информации

Присваиваемая квалификация:

«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения: очная, заочная

Рабочая программа предназначена для методического сопровождения преподавания дисциплины (модуля) «Математическое моделирование и планирование эксперимента» аспирантам очной/заочной формы обучения по направлению подготовки кадров высшей квалификации 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Системный анализ, управление и обработка информации».

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. № 875.
2. Рабочие учебные планы подготовки аспирантов ИПС им. А.К. Айламазяна РАН по направленностям (профилям) основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Программа одобрена Ученым советом ИПС им. А.К. Айламазяна РАН (протокол № 37 от 17 октября 2014 года), с изменениями и дополнениями (одобрены Ученым советом ИПС им. А.К. Айламазяна РАН, протокол №20 от 22 октября 2018 года).

Разработал к.т.н. С.А. Амелькин

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: обучение аспирантов методам компьютерного моделирования, теоретическим основам анализа результатов моделирования и статистической обработки результатов эксперимента.

Основные задачи: владение аспирантами методологией построения моделирующих алгоритмов при компьютерном моделировании сложных систем: изучение методов статистического анализа результатов имитационного моделирования, освоение методов планирования машинных экспериментов, методов моделирования многомерных дискретных динамических стохастических систем, методов анализа и интерпретации результатов экспериментов.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина (модуль) «Математическое моделирование и планирование эксперимента» включена в вариативную часть Блока 1 Программы в качестве дисциплины по выбору. Шифр дисциплины - Б1.В.ДВ.2.2.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных аспирантами в результате освоения образовательной программы высшего образования второго уровня (магистратура, специалитет).

Дисциплина «Математическое моделирование и планирование эксперимента» является предшествующей для подготовки и представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы.

Блок	Базовая или вариативная часть	Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежуточной аттестации
			Зачетные единицы	Часы			
				Общая	В том числе		
Аудиторная	СР						
Б1.В.ДВ.2	Вариативная часть	3,4	6	216	36	180	Зачет
ИТОГО		3,4	6	216	36	180	Зачет

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

№ пп.	Формируемые компетенции	Номер/ индекс компетенции
1	Способность выявлять проблемные места в области системного анализа, управления и обработки информации; формулировать проблемы для исследования; ставить цель и конкретизировать ее на уровне задач; выстраивать научный аппарат исследования; строить модели исследуемых процессов или явлений.	ПК-1
2	Способность проводить теоретические и экспериментальные исследования в области системного анализа, управления и обработки информации с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	ПК-2
3	Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	ОПК-1

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Шифр компетенции	Результат обучения
ПК-1	знать: основные модели и методы математического моделирования сложных систем и статистического анализа результатов.
	уметь: поставить задачу математического моделирования сложной системы и выбрать адекватные методы решения и алгоритмы анализа полученных результатов.
	владеть: методами математического моделирования сложных систем и планирования машинных экспериментов.
ПК-2	знать: методики проведения теоретических и экспериментальных исследований в области

	компьютерного моделирования сложных систем. уметь: разрабатывать алгоритмы компьютерного моделирования и статистической обработки результатов машинных экспериментов с использованием передовых информационно-коммуникационных технологий владеть: передовыми технологиями проведения теоретических и экспериментальных исследований в области компьютерного моделирования и планирования машинных экспериментов
ОПК-1	знать: основные методы исследований в области математического моделирования сложных систем и планирования машинных экспериментов . уметь: применять методы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области математического моделирования сложных систем и планирования машинных экспериментов .. владеть: навыками решения профессиональных задач в области математического моделирования сложных систем и планирования машинных экспериментов ..

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

4.1 Структура дисциплины (модуля)

Дисциплина преподается в 3,4 семестрах.

Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля
	Всего	Всего аудит.	Из аудиторных			Самост. работа	
			Лек.	Пр.	Лаб.		
Математическое моделирование и планирование эксперимента	216	36	36	-	-	180	Зачет

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

4.2.1 Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной работы и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа (СР)	Коды компетенций
		Лек.	Пр.	Сем.		
1.	Основные понятия компьютерного моделирования.	4			24	ПК-1, ПК-2, ОПК-1
2	Математические модели сложных систем	4			24	ПК-1, ПК-2, ОПК-1
3	Имитационное моделирование сложных систем.	4			24	ПК-1, ПК-2, ОПК-1
4	Погрешности и статистический анализ измерений	4			18	ПК-1, ПК-2, ОПК-1
5	Статистический анализ результатов моделирования	6			24	ПК-1, ПК-2, ОПК-1
6	Моделирование многомерных дискретных динамических стохастических систем	4			24	ПК-1, ПК-2, ОПК-1
7	Статистическая обработка результатов эксперимента	6			24	ПК-1, ПК-2, ОПК-1
8	Планирование машинных экспериментов	4			18	ПК-1, ПК-2, ОПК-1
Итого		36			180	

4.2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
1	2	3	4
1	Основные понятия компьютерного	Предмет курса, цели и задачи. Содержание курса и его связь с другими дисциплинами. Понятие модели. Классификация	Лекции

	моделирования.	видов моделирования. Логическая структура моделей. Триада математического моделирования. Построение моделирующих алгоритмов: формализация и алгоритмизация процессов. Универсальность математических моделей.	
2	Математические модели сложных систем	Понятие сложной системы. Математические модели. Классификация математических моделей. Непрерывно-детерминированные, дискретно-детерминированные, дискретно-вероятностные и непрерывно-вероятностные модели.	Лекции
3	Имитационное моделирование сложных систем.	Сравнительный анализ аналитических и имитационных моделей. Модельное время. Временная диаграмма. Этапы имитационного моделирования. Способы имитации.	Лекции
4	Погрешности и статистический анализ измерений	Погрешности косвенных измерений. Учет погрешности в записи окончательного результата измерения. Порядок выполнения округления. Линеаризация данных. Метод наименьших квадратов.	Лекции
5	Статистический анализ результатов моделирования	Оценивание вероятностных распределений и их числовых характеристик. Проверка адекватности моделей. Оценка точности и достоверности результатов моделирования. Статистическое исследование зависимостей. Статистическая проверка гипотез. Гипотеза совпадения экспериментального среднего и известного значения. Гипотеза совпадения двух независимых средних величин. Гипотеза о линейности данных.	Лекции
6	Моделирование многомерных дискретных динамических стохастических систем	Моделирование многомерных динамических стохастических систем в нормальном режиме функционирования; в аномальном режиме функционирования. Системы с резервированием информационных датчиков. Точность оценивания.	Лекции
7	Статистическая обработка результатов эксперимента	Принятие решений перед планированием эксперимента. Матричный подход к регрессионному анализу. Метод наименьших квадратов для одного фактора. Полный факторный эксперимент типа. Дробный факторный эксперимент. Оценки коэффициентов функции отклика в дробном факторном эксперименте. Выбор оптимальных условий эксперимента.	Лекции
8	Планирование машинных экспериментов	Методы теории планирования экспериментов. Стратегическое планирование машинных экспериментов. Тактическое планирование машинных экспериментов. Обработка и анализ результатов моделирования. Фиксация и статистическая обработка результатов моделирования. Анализ и интерпретация результатов машинного моделирования	Лекции

4.3 Практические занятия (семинары)

Учебным планом не предусмотрено.

4.4 Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

4.5 Самостоятельная работа аспиранта при изучении разделов дисциплины

Самостоятельная работа аспиранта при изучении дисциплины «Математическое моделирование и планирование эксперимента» составляет 180 часов.

В ходе самостоятельной работы аспирант:

- изучает материалы, не освещенные в лекциях;
- готовится к зачету.

5 Образовательные технологии

При освоении дисциплины «Математическое моделирование и планирование эксперимента»

используются следующие образовательные технологии:

- активные (лекции);
- информационные (анализ и обзор источников информации);
- компьютерные (виртуальные и сетевые интернет-технологии),
- информационно-коммуникативные (компьютеры, телекоммуникационные сети),
- коммуникативные (обсуждение проблем на аудиторных занятиях, круглые столы, диспуты, участие в аспирантских научных и научно-практических конференциях).

6 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины аспирантом сдается зачет.

Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (зачет)

1. Понятие модели. Классификация видов моделирования. Логическая структура моделей. Универсальность математических моделей.
2. Понятие сложной системы. Классификация математических моделей. Непрерывно-детерминированные, дискретно-детерминированные, дискретно-вероятностные и непрерывно-вероятностные модели.
3. Сравнительный анализ аналитических и имитационных моделей. Модельное время. Временная диаграмма.
4. Этапы имитационного моделирования. Способы имитации.
5. Погрешности косвенных измерений. Учет погрешности в записи окончательного результата измерения. Порядок выполнения округления.
6. Метод наименьших квадратов.
7. Оценивание вероятностных распределений и их числовых характеристик. Проверка адекватности моделей.
8. Статистическая проверка гипотез. Гипотеза совпадения экспериментального среднего и известного значения.
9. Гипотеза совпадения двух независимых средних величин.
10. Гипотеза о линейности данных.
11. Моделирование многомерных динамических стохастических систем в нормальном режиме функционирования; в аномальном режиме функционирования.
12. Матричный подход к регрессионному анализу.
13. Метод наименьших квадратов для одного фактора.
14. Дробный факторный эксперимент. Оценки коэффициентов функции отклика в дробном факторном эксперименте. Выбор оптимальных условий эксперимента.
15. Планирование машинных экспериментов: стратегическое планирование машинных экспериментов, тактическое планирование машинных экспериментов.
16. Обработка и анализ результатов моделирования: фиксация и статистическая обработка результатов моделирования, анализ и интерпретация результатов машинного моделирования

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания

Категории «знать», «уметь», «владеть» применяются в следующих значениях:

«**знать**» – воспроизводить и объяснять учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты.

«**уметь**» – решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения;

«**владеть**» – решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, формируется в процессе получения опыта деятельности.

Интегральный уровень сформированности компетенции определяется по следующим критериям:

- пороговый уровень дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

- базовый уровень позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

- повышенный уровень предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

Критерии оценивания компетенции следующие:

проверка уровня сформированности «знаниевой» составляющей компетенции по теме:

- полный ответ на вопрос – 4-5 баллов;
- неполный ответ – 2-3 балла;
- неполученный ответ - 0 баллов;

проверка уровня сформированности «деятельностных» составляющих компетенции, позволяющих оценить уровень умений и навыков, применить полученные знания при решении конкретных вопросов (задач) по теме:

- полный ответ на вопрос – 4-5 баллов;
- неполный ответ – 2-3 балла;
- неполученный ответ – 0 баллов.

При проведении зачета по дисциплине задаются два контрольных вопроса. Оценку «зачтено» по дисциплине получает аспирант, суммарно набравший при ответе на два вопроса не менее 8 баллов.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
1.	Горлач Б.А., Шахов В.Г.	Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация	Изд-во "Лань", 2018	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
2	Коваленко Т.А.	Обработка экспериментальных данных	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
3	Боев В.Д., Сыпченко Р.П.	Компьютерное моделирование	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
1	Гребенникова И.В.	Методы математической обработки экспериментальных данных	УрФУ, 2015	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
2	Костюкова Н.И.	Основы математического моделирования	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
3	Чернова Н.М.	Основы теории вероятностей	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
4	Монсик В.Б., Скрынников А.А.	Вероятность и статистика	М.: БИНОМ, 2011	Учебное пособие	1
5	Рыков В.В., Иткин В.Ю.	Математическая статистика и планирование эксперимента	М.: МАКС Пресс, 2010	Учебное пособие	1
6	Кочетков Е.С., Смерчинская С.О.,	Теория вероятностей и математическая статистика	М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013	Учебник	2

	Соколов В.В.				
7	Боровков А.А.	Теория вероятностей	М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2009	Учебное пособие	1
8	Кобзарь А.И.	Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных сотрудников	М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006	Монография	1

7.3. Интернет-ресурсы

Электронная библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>
Информационно-поисковая система ФИПС <http://new.fips.ru/> ;
Международная БД патентной информации Espacenet <https://ru.espacenet.com/> ;
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru.>

7.4. Лицензионное программное обеспечение

- MS Office.

7.5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

Используются следующие виды самостоятельной работы аспиранта: в читальном зале библиотеки, в учебных аудиториях и в домашних условиях.

Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе лекционных занятий.

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, а также конспекты лекций.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения реализации ОПОП в ИПС им. А.К. Айламазяна РАН используются аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Аудитории для самостоятельной работы аспирантов оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

Аудитории для проведения занятий оснащены мультимедийными средствами: это проекторы, настенные экраны, ПК.

Обеспечен доступ к библиотечному фонду ИПС им. А.К. Айламазяна РАН (электронный каталог <http://lib.psir.ru/>).

- Доступ в Internet обеспечивается через локальную сеть 100 Мбит/с.