

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КнАГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФКТ

Я.Ю. Григорьев

« 22 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

**Б1.В.ДВ.1.2 «Разработка, планирование
и обработка результатов эксперимента»**

ОПОП ВО

направление подготовки

09.06.01 – Информатика и вычислительная техника

направленность

05.13.18 – Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ


Форма обучения	заочная
Технология обучения	традиционная
Трудоемкость дисциплины	4 з.е.
Язык преподавания	русский

Комсомольск-на-Амуре 2020

Рабочая программа дисциплины «Компьютерные технологии и в науке и образовании» обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Прикладная математика»

Протокол № 12 от
« 22 » 06 2020г.

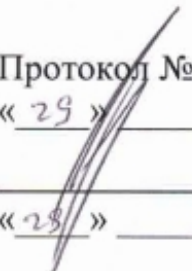
Заведующий кафедрой «Прикладная математика»


_____ А.Л. Григорьева
« 22 » 06 2020г.

Рабочая программа дисциплины «Компьютерные технологии и в науке и образовании» обсуждена и одобрена на заседании совета Факультета компьютерных технологий


Протокол № 4 от
« 29 » 06 2020г.

Председатель совета
Факультета компьютерных технологий

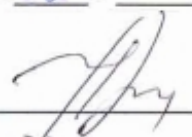

_____ Я.Ю. Григорьев
« 29 » 06 2020г.

СОГЛАСОВАНО


Проректор по УВР и ОВ


_____ Т.Е. Наливайко
« 22 » 06 2020г.

Начальник ОПА НПК


_____ Е.В. Чепухалина
« 22 » 06 2020г.

Автор рабочей программы дисциплины
к.ф.-м.н


_____ Я.Ю. Григорьев
« 22 » 06 2020г.

Введение

Учебная дисциплина «Разработка, планирование и обработка результатов эксперимента» входит в состав вариативной части учебного плана (дисциплина по выбору) подготовки аспирантов направления 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника направленности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Структура рабочей программы соответствует ФГОС ВО по направлению подготовки 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Минобрнауки РФ № 875 от 30 июля 2014 г. При изучении данной дисциплины у аспирантов должны сформироваться компетенции, необходимые для научной и научно-педагогической деятельности в области электротехнических комплексов и систем, а также знания, умения и владения, необходимые в дальнейшей профессиональной деятельности, в том числе и для успешной сдачи кандидатского экзамена по указанной направленности подготовки.

Дисциплина реализуется частично в форме практической подготовки, непрерывно. Дисциплина может быть реализована непосредственно в ФГБОУ ВО «КнАГУ» или в профильной организации.

Распределение нагрузки в часах для заочной формы обучения при изучении дисциплины «Разработка, планирование и обработка результатов эксперимента» представлено ниже:

Вид нагрузки	Объем в часах	Объем в форме практической подготовки, в часах
Лекции	4	-
Самостоятельная работа	140	92
Общее количество часов	144	92

1 Пояснительная записка

1.1 Предмет, цели, задачи, принципы построения и реализация дисциплины

Предметом настоящей дисциплины являются современные методики планирования, проведения и обработки экспериментальных данных с построением математических моделей и использованием программных пакетов.

Целью изучения дисциплины является изучение методик обработки экспериментальных данных с построением математических моделей. Приобретение практических навыков обработки экспериментальных данных для получения математического описания систем.

Задачами изучаемого курса являются обучение аспирантов применению статистических комплексов для оценки постоянных величин и параметров математических моделей переменных величин, зависящих от одного или нескольких аргументов, и для оценки качества изделий, характеризующихся совокупностью разнородных величин; использованию

программных пакетов при планировании эксперимента обучение аспирантов основам математического моделирования статистических объектов.

Построение и реализация курса «Разработка, планирование и обработка результатов эксперимента» основывается на следующих принципах:

- принцип соответствия установленным требованиям ФГОС ВО и требованиям внутривузовских нормативных документов;

- системность и логическая последовательность представления учебного материала и его практических приложений;

- профессиональная направленность, связь теории и практики обучения с будущей профессиональной деятельностью, в целом с жизнью, предусматривает учет будущей специальности и профессиональных интересов аспирантов;

- принцип доступности, обеспечивающий соответствие объемов и сложности учебного материала реальным возможностям аспирантов;

- принцип модульного построения дисциплины заключается в том, что каждый из компонентов (модулей) дисциплины имеет определенную логическую завершенность по отношению к установленным целям и результатам воспитания и обучения;

- принцип формирования мотивации, положительного отношения к процессу обучения, предлагая актуальные темы для обсуждения и используя такие методы обучения, которые дадут возможность аспирантам проявить себя наилучшим образом, раскрыть свои знания;

- принцип сознательности означает сознательное партнерство и взаимодействие с преподавателем, что непосредственно связано с развитием самостоятельности аспиранта, его творческой активности и личной ответственности за результативность обучения;

- принцип прочности усвоения материала достигается за счет его многократного воспроизведения в разных контекстах на протяжении всего курса.

Организация аудиторной и самостоятельной работы обеспечивает высокий уровень личной ответственности аспиранта за результаты учебного труда, одновременно обеспечивая возможность самостоятельного выбора последовательности и глубины изучения материала, а также соблюдения сроков отчетности.

1.2 Роль и место дисциплины в структуре реализуемой образовательной программы. Планируемые результаты обучения

В результате изучения дисциплины «Разработка, планирование и обработка результатов эксперимента» аспирант должен быть подготовлен к выполнению исследовательской деятельности, касающейся моделирования, планирования, проведения, описания численного и натурального экспериментов и анализа результатов; к выполнению таких профессиональных задач, как: формулирование целей программы решения задач; разработка обобщенных вариантов решения проблемы и сравнительный анализ вариантов; анализ состояния и динамики различных объектов; создание теоретических моделей,

позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов и систем в различных процессах.

Полученные при изучении дисциплины «Разработка, планирование и обработка результатов эксперимента» знания и навыки могут использоваться при выполнении диссертационной работы, а также в практической деятельности выпускников на предприятиях и организациях, занимающихся исследованием и анализом различных объектов и систем.

Учебная дисциплина «Разработка, планирование и обработка результатов эксперимента» входит в состав вариативной части учебного плана и является дисциплиной по выбору подготовки аспирантов. Она изучается в течение первого и второго полугодий второго года обучения. В каждом из полугодий учебным планом предусмотрен зачет по дисциплине.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у аспирантов знаний, умений и владений следующих компетенций (таблица 1).

Таблица 1 - Планируемые результаты обучения по дисциплине

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-1 владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	З1 (ОПК-1-I) <i>Знать</i> : методики теоретических и экспериментальных исследований У1 (ОПК-1-II) <i>Уметь</i> : применять методики теоретических и экспериментальных исследований В1 (ОПК-1-III) <i>Владеть</i> : навыками применения методик теоретических и экспериментальных исследований на практике
ПК-1 Способность разрабатывать и реализовывать эффективные численные методы и алгоритмы в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента, компьютерного и имитационного моделирования в научной и педагогической деятельности	З1 (ПК-1-I) <i>Знать</i> : теоретические основы современных математических моделей, используемых для моделирования объектов и явлений У1 (ПК-1-III) <i>Уметь</i> : разрабатывать новые математические методы моделирования объектов и явлений (например, в инженерных расчетах конструкций на прочность и жесткость) В1 (ПК-1-III) <i>Владеть</i> : навыками разработки новых математических методов моделирования объектов и явлений (например, с помощью систем компьютерного инжиниринга – САЕсистем)
ПК-2 Готовность проводить комплексные исследования научных и технических проблем с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента	З1 (ПК-2-I) <i>Знать</i> : методики проведения комплексных исследований З2 (ПК-2-I) <i>Знать</i> : новые математические методы и алгоритмы интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели У1 (ПК-2-II) <i>Уметь</i> : проводить комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента В1 (ПК-2-II) <i>Владеть</i> : навыками проведения комплексного исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента

	У1 (ПК-2-III) Уметь: разрабатывать новые математические методы и алгоритмы интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели В1 (ПК-2-III) Владеть: навыками разработки новых математических методов и алгоритмов интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели
Виды профессиональной деятельности	
ПД1	научно-исследовательская деятельность в области функционирования вычислительных машин, комплексов, компьютерных сетей, создания элементов и устройств вычислительной техники на новых физических и технических принципах, методов обработки и накопления информации, алгоритмов, программ, языков программирования и человеко-машинных интерфейсов, разработки новых математических методов и средств поддержки интеллектуальной обработки данных, разработки информационных и автоматизированных систем проектирования и управления в приложении к различным предметным областям
ПД2	преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования
Трудовые функции/знания	
ФН1	Участвует в научно-исследовательской работе кафедры, иного подразделения образовательного учреждения.
ФН2	Участвует в организуемых в рамках тематики направлений исследований кафедры семинарах, совещаниях и конференциях, иных мероприятиях образовательного учреждения.

1.3 Характеристика трудоемкости дисциплины и ее отдельных компонентов

Согласно учебному плану дисциплина «Разработка, планирование и обработка результатов эксперимента» изучается на втором году обучения. Характеристика трудоемкости дисциплины для заочной формы обучения представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика трудоемкости дисциплины

Наименование показателей	Полугодия второго года обучения	Значение трудоемкости						
		Всего		в том числе:				
		часы		аудиторные занятия, часы		самостоятельная работа в часах	промежуточная аттестация в часах	
		всего	в неделю	всего	в неделю			
1 Трудоемкость дисциплины в целом (по рабочему учебному плану про-	1, 2	4	144	4,24	4	0,11	140	–

граммы)								
2 Трудоемкость дисциплины в каждом полугодии (по рабочему учебному плану программы)	1	2	72	5,14	2	0,14	70	–
	2	2	72	3,6	2	0,1	70	–
3 Трудоемкость по видам аудиторных занятий – лекции	1	–	–	–	2	0,14	–	–
	2	–	–	–	2	0,1	–	–
4 Промежуточная аттестация (число зачисляемых зет):								
4.1 Зачет	1,2	–	–	–	–	–	–	–

1.4 Входные требования для освоения дисциплины

Знания, умения и владения, необходимые для освоения дисциплины формируются в процессе изучения программ специалитета и/или магистратуры и проверяются на вступительном экзамене по специальной дисциплине в аспирантуру.

2 Структура и содержание дисциплины

Структура и содержание дисциплины для заочной формы обучения представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины

№	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость разделов, академические часы	Объем в форме практической подготовки, часы	Основные результаты изучения разделов (знания, умения, владения компетенций)	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
Первое полугодие второго года обучения						
1	Постановка и проведение эксперимента	Основы математического моделирования, классификация моделей и определение требования к ним. Оценка основных преимуществ моделирования. Методики построения эмпирических моделей (метод наименьших квадратов). Обработка данных с использованием ЭВМ и методика планирования экспериментов. Применения мето-	72	42	31 (ОПК-1-I) У1 (ОПК-1-II) В1 (ОПК-1-III) 31 (ПК-1-I) 31 (ПК-2-I) 32 (ПК-2-I) У1 (ПК-2-II) В1 (ПК-2-II)	ПД1 ПД2 ФН1 ФН2

		дик для решения инженерно-технических задач. Методики планирования численного и натурного экспериментов.				
Итого в первом полугодии			72	42		
			Второе полугодие второго года обучения			
1	Методики обработки экспериментальных данных	Обработка экспериментальных данных в среде MS Excel (а также в специализированных средах пакетов статистических программ, и программ моделирования процессов по областям прикладных знаний). Расчеты при обработке данных и построении математических моделей с помощью современных статистических комплексов: MS Excel, SPSS, Matlab, StatGraphics, Mathcad, Statistica. Классы статистических задач, решаемых комплексами. Структура и алгоритмическое (теоретическое) обеспечение статистических комплексов, применение статистических комплексов для оценки постоянных величин и параметров математических моделей переменных величин, применение статистических комплексов для оценки качества изделий, характеризующихся совокупностью разнородных величин, возможности системы Statistica для промышленных приложений, связанных с контролем качества, контрольные карты. Дисперсионный анализ с применением «Пакета анализа» MS Excel. Кор-	72	50	31 (ПК-1-I) У1 (ПК-1-III) В1 (ПК-1-III) 31 (ПК-2-I) 32 (ПК-2-I) У1 (ПК-2-II) В1 (ПК-2-II) У1 (ПК-2-III) В1 (ПК-2-III)	ПД1 ПД2 ФН1 ФН2

	<p>реляция и ковариация. Регрессия. Трендовые модели.</p> <p>Экспериментальные исследования связей между двумя переменными в Statistica. Парная корреляция, коэффициент корреляции Пирсона. Множественная корреляция. Нелинейные зависимости между переменными. Зависимые и независимые переменные. Статистический уровень значимости. Законы распределения. Построение плана эксперимента. Анализ экспериментальных данных</p>				
Итого во втором полугодии		72	50	–	
Итого в целом по дисциплине:		144	92	–	

3 Календарный график изучения дисциплины

3.1 График проведения лекционных занятий

В процессе изучения дисциплины учебным планом для аспирантов заочной формы обучения предусмотрены лекции объемом 4 академических часа в первом и втором полугодии второго года обучения (по 2 часа в каждом полугодии). Лекционные занятия предназначены для теоретического осмысления и обобщения сложных разделов курса, которые освещаются, в основном, на проблемном уровне. График лекционных занятий представлен в таблице 4.

3.2 Характеристика трудоемкости, структуры и содержания самостоятельной работы аспирантов, график её реализации

Самостоятельная работа является внеаудиторной и предназначена для самостоятельного ознакомления аспирантов с определенными разделами дисциплины по рекомендованным преподавателем материалам, а также для подготовки к выполнению индивидуальных заданий по дисциплине. В основу самостоятельной работы аспирантов положено изучение материала, соответствующего формуле специальности и области исследования, отраженных в паспорте специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Таблица 4 – Программа лекций

Тематика лекций	Трудоемкость (академические часы)		Ориентация материала лекций на формирование знаний, умений и владений компетенций
	лекции в целом	в том числе с использованием активных методов обучения	
Первое полугодие второго года обучения			
Общие вопросы по планированию, постановке и проведению эксперимента	2	дискуссия 2	31 (ОПК-1-И) 31 (ПК-1-И) 31 (ПК-2-И) 32 (ПК-2-И)
Итого в первом полугодии	2	2	–
Второе полугодие второго года обучения			
Модели описания экспериментальных данных	2	лекция-беседа 2	31 (ПК-1-И) 31 (ПК-2-И) 32 (ПК-2-И)
Итого во втором полугодии	2	2	–
Итого в целом по дисциплине	4	4	–

Виды самостоятельной работы студентов по дисциплине «Разработка, планирование и обработка результатов эксперимента»:

– самостоятельное изучение разделов дисциплины (перечень тем для самостоятельного изучения представлен в приложении А);

– выполнение индивидуального задания (методические указания по выполнению индивидуальных заданий представлены в приложении Б).

В процессе самостоятельного изучения разделов дисциплины перед аспирантом ставится задача поиска необходимого материала, освоение основных и ключевых понятий изучаемого предмета.

Программа самостоятельной работы аспирантов заочной формы обучения представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Программа самостоятельной работы

№	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость (академические часы)	Объем в форме практической подготовки, часы	В неделю	Планируемые основные результаты самостоятельной работы (знания, умения, владения компетенций выпускников)	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
Первое полугодие второго года						
1	Самостоятельное изучение разделов дисциплины	28		2	31 (ОПК-1-И) 31 (ПК-1-И) 31 (ПК-2-И) 32 (ПК-2-И)	–

2	Выполнение индивидуального задания	42	42	3	У1 (ОПК-1-II) В1 (ОПК-1-III) У1 (ПК-2-II) В1 (ПК-2-II)	ПД1 ПД2 ФН1 ФН2
Итого за полугодие		70		5	–	
Второе полугодие второго года						
1	Самостоятельное изучение разделов дисциплины	20		1	31 (ПК-1-I) 31 (ПК-2-I) 32 (ПК-2-I)	–
2	Выполнение индивидуального задания	50	50	2,5	У1 (ПК-1-III) В1 (ПК-1-III) У1 (ПК-2-II) В1 (ПК-2-II) У1 (ПК-2-III) В1 (ПК-2-III)	ПД1 ПД2 ФН1 ФН2
Итого за полугодие		70	50	3,5	–	
Итого дисциплине		140	92	4,12	–	

График самостоятельной работы аспирантов представлен в таблице 6.

4 Технологии и методическое обеспечение контроля результатов учебной деятельности аспирантов

Контроль результатов учебной деятельности аспирантов проходит в двух формах: тест и выполнение и защита индивидуального задания.

4.1 Технологии и методическое обеспечение контроля текущей успеваемости (учебных достижений) аспирантов

Контроль текущей успеваемости аспирантов ведется по результатам собеседования на консультациях с преподавателем.

4.2 Технологии и методическое обеспечение контроля промежуточной успеваемости (учебных достижений) аспирантов. Фонд оценочных средств

Контроль промежуточной успеваемости аспирантов по дисциплине «Разработка, планирование и обработка результатов эксперимента» осуществляется в форме зачета.

Зачет выставляется аспирантам по результатам следующих работ:

- усвоение материала лекционных занятий (выполнение теста);
- выполнение индивидуальных заданий.

Фонд оценочных средств знаний, умений и владений соответствующих компетенций по дисциплине «Разработка, планирование и обработка результатов эксперимента» для аспирантов заочной формы обучения представлен в таблице 7.

Таблица 6 – График выполнения самостоятельной работы аспирантов заочной (5 лет) формы обучения

Первое полугодие второго года обучения (14 недель)*

Виды работ	Число академических часов в неделю														Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
СР1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	28
СР2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42
Итого	5	5	5	5	5	5	5	5	5	8	5	5	5	5	70

Второе полугодие второго года обучения (20 недель)*

Виды работ	Число академических часов в неделю																				Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
СР1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
СР2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	50
Итого	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	70

*Примечание: СР1– самостоятельное изучение разделов дисциплины.

СР2– выполнение индивидуального задания.

Таблица 7 – Фонд оценочных средств знаний, умений и владений соответствующих компетенций по дисциплине «Разработка, планирование и обработка результатов эксперимента»

Оценочное средство	Знание, умение, владение	Оценка результата	Критерии оценивания результата обучения	Процедура оценивания степени сформированности знания/умения/владения соответствующей компетенции с помощью оценочного средства
Первое полугодие второго года обучения				
Тест	31 (ОПК-1-1)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания методик проведения теоретических и экспериментальных исследований	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Общие, но не структурированные знания методик проведения теоретических и экспериментальных исследований	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методик проведения теоретических и экспериментальных исследований при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные систематические знания методик проведения теоретических и экспериментальных исследований при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	31 (ПК-1-1)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные представления о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные представления о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
4		Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых	71-90 % правильных ответов на вопросы теста	

			мых для решения задач естественных наук	
		5	Сформированные систематические знания о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	31 (ПК-2-I)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные представления о методиках проведения комплексных исследований	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные представления о методиках проведения комплексных исследований	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о методиках проведения комплексных исследований научных и технических проблем	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные систематические знания о методиках проведения комплексных исследований научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	32 (ПК-2-I)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные представления о новых математических методах и алгоритмах интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные представления о новых математических методах и алгоритмах интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о новых математических методах и алгоритмах интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные систематические знания о новых математических методах и алгоритмах интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
Индивидуальное задание	У1 (ОПК-1-II) ПД1 ПД2 ФН1 ФН2	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение применять методики теоретических и экспериментальных исследований	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение при решении исследовательских и практических задач применять методики теоретических и экспериментальных исследований	Задание выполнено более чем на 50%, но менее чем на 80%

		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение при решении исследовательских и практических задач применять методики теоретических и экспериментальных исследований	Задание выполнено более чем на 80%
		5	Сформированное умение при решении исследовательских и практических задач применять методики теоретических и экспериментальных исследований, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	Задание выполнено полностью
	В1 (ОПК-1-III) ПД1 ПД2 ФН1 ФН2	1	Отсутствие навыков	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное применение методик теоретических и экспериментальных исследований на практике	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение методик теоретических и экспериментальных исследований на практике	Задание выполнено более чем на 50%, но менее чем на 80%
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применения методик теоретических и экспериментальных исследований на практике	Задание выполнено более чем на 80%
		5	Успешное и систематическое применение методик теоретических и экспериментальных исследований на практике и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач	Задание выполнено полностью
	У1 (ПК-2-II) ПД1 ПД2 ФН1 ФН2	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение проводить комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение проводить комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Задание выполнено более чем на 50%, но менее чем на 80%
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проводить комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Задание выполнено более чем на 80%
		5	Сформированное умение проводить комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Задание выполнено полностью
	В1	1	Отсутствие навыков владения	Задание не выполнено

	(ПК-2-II) ПД1 ПД2 ФН1 ФН2	2	Фрагментарное применение навыков проведения комплексного исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков проведения комплексного исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Задание выполнено более чем на 50%, но менее чем на 80%
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков проведения комплексного исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Задание выполнено более чем на 80%
		5	Успешное и систематическое применение навыков проведения комплексного исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Задание выполнено полностью

Итоговая оценка за полугодие формируется по формуле: $0,5 \cdot \text{оценка за тест} + 0,5 \cdot \text{оценка за индивидуальное задание}$. Для получения зачета, необходимо получить оценку не менее 3.

Второе полугодие второго года обучения

Тест	31 (ПК-1-I)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные представления о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные представления о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные систематические знания о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	31	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных от-

	(ПК-2-I)			ветов на вопросы теста
		2	Фрагментарные представления о методиках проведения комплексных исследований	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные представления о методиках проведения комплексных исследований	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о методиках проведения комплексных исследований научных и технических проблем	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные систематические знания о методиках проведения комплексных исследований научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	32 (ПК-2-I)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные представления о новых математических методах и алгоритмах интерпретации натурного эксперимента на основе его математической модели	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные представления о новых математических методах и алгоритмах интерпретации натурного эксперимента на основе его математической модели	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о новых математических методах и алгоритмах интерпретации натурного эксперимента на основе его математической модели	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные систематические знания о новых математических методах и алгоритмах интерпретации натурного эксперимента на основе его математической модели	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
Индивидуальное задание	У1 (ПК-1-III) ПД1 ПД2 ФН1 ФН2	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	Задание выполнено более чем на 50%, но менее чем на 80%
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать	Задание выполнено более чем на 80%

			конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	
		5	Сформированное умение при решении исследовательских и практических задач выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	Задание выполнено полностью
	В1 (ПК-1-III) ПД1 ПД2 ФН1 ФН2	1	Отсутствие навыков	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	Задание выполнено более чем на 50%, но менее чем на 80%
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	Задание выполнено более чем на 80%
		5	Успешное и систематическое применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	Задание выполнено полностью
	У1 (ПК-2-II) ПД1 ПД2 ФН1 ФН2	1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение проводить комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение проводить комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Задание выполнено более чем на 50%, но менее чем на 80%
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проводить комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Задание выполнено более чем на 80%

		5	Сформированное умение проводить комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Задание выполнено полностью
В1 (ПК-2-П) ПД1 ПД2 ФН1 ФН2		1	Отсутствие навыков владения	Задание не выполнено
		2	Фрагментарное применение навыков проведения комплексного исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков проведения комплексного исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Задание выполнено более чем на 50%, но менее чем на 80%
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков проведения комплексного исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Задание выполнено более чем на 80%
		5	Успешное и систематическое применение навыков проведения комплексного исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Задание выполнено полностью
У1 (ПК-2-Ш) ПД1 ПД2 ФН1 ФН2		1	Отсутствие умений	Задание не выполнено
		2	Частично освоенное умение разрабатывать новые математические методы и алгоритмы интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение разрабатывать новые математические методы и алгоритмы интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели	Задание выполнено более чем на 50%, но менее чем на 80%
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение разрабатывать новые математические методы и алгоритмы интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели	Задание выполнено более чем на 80%
		5	Сформированное умение разрабатывать новые математические методы и алгоритмы интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели	Задание выполнено полностью
В1		1	Отсутствие навыков владения	Задание не выполнено

	(ПК-2-III) ПД1 ПД2 ФН1 ФН2	2	Фрагментарное применение навыков разработки новых математических методов и алгоритмов интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели	Задание выполнено менее, чем на 50%
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков разработки новых математических методов и алгоритмов интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели	Задание выполнено более чем на 50%, но менее чем на 80%
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков разработки новых математических методов и алгоритмов интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели	Задание выполнено более чем на 80%
		5	Успешное и систематическое применение навыков разработки новых математических методов и алгоритмов интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели	Задание выполнено полностью

Итоговая оценка за полугодие формируется по формуле: $0,5 \cdot \text{оценка за тест} + 0,5 \cdot \text{оценка за индивидуальное задание}$. Для получения зачета, необходимо получить оценку не менее 3.

4.3 Технологии, методическое обеспечение и условия отложенного контроля знаний, умений, навыков обучающихся, сформированных в результате изучения дисциплины

Отложенный контроль знаний, умений и навыков аспирантов по дисциплине «Разработка, планирование и обработка результатов эксперимента» проводится в процессе сдачи государственного экзамена и представления научного доклада по основным результатам выполненной научно-квалификационной работы (диссертации).

5 Ресурсное обеспечение дисциплины

5.1 Список основной учебной, учебно-методической, нормативной и другой литературы и документации

1. Халафян, А.А. Промышленная статистика: контроль качества, анализ процессов, планирование экспериментов в пакете STATISTICA / А.А. Халафян.- М.: Либроком, 2013. - 380 с.

2. Афанасьева, Н. Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента : учеб. пособие для вузов / Н. Ю. Афанасьева. – М. : КноРус, 2013. – 330 с

3. Воскобойников, Ю. Е. Регрессионный анализ данных в пакете Mathcad: учеб. пособие / Ю. Е. Воскобойников. – СПб. : Лань, 2011. – 224 с

4. Сидняев, Н. И. Введение в теорию планирования эксперимента : учеб. пособие для вузов / Н. И. Сидняев, Н. Т. Вилисова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2011. – 463 с.

5. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учеб. пособие для магистров / Н. И. Сидняев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2014. – 495 с.

6. Соловьев, В. П. Организация эксперимента : учеб. пособие для вузов / В. П. Соловьев, Е. М. Богатов. – Старый Оскол : Изд-во ТНТ, 2015; 2013. – 253 с.

5.2 Список дополнительной учебной, учебно-методической, научной и другой литературы и документации

1. Физулаков, Р.А. Применение статистического моделирования для решения экстремальных задач технологии обработки материалов / Р.А. Физулаков. – Комсомольск-на-Амуре, 2007. 102 с.

2. Гайдышев, И.П. Анализ и обработка данных / И.П. Гайдышев. – СПб.: Питер, 2001. 751 с.

3. Дюк, В. Обработка данных на ПК в примерах / В. Дюк, – СПб.: Питер, 1997. - 231 с.

4. Бордаков, П.А. Планирование эксперимента в технических исследованиях производства летательных аппаратов / П.А. Бордаков. – Куйбышев: Изд-во Куйбышевского авиац.ин-та, 1986. - 38 с.

5. Ивоботенко, Б.А. Планирование эксперимента в электромеханике / Б.А. Ивоботенко, Н.Ф. Ильинский, И.П. Копылов. – М.: Энергия, 1975. - 184 с.

6. Автоматизация физических исследований и эксперимента : компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW: учеб. пособие для вузов / П. А. Бутырин, Т. А. Васьковская, В. В. Каратаев, С. В. Материкин. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 264 с.

7. Шульмин, В. А. Основы научных исследований : учеб. пособие для вузов / В. А. Шульмин. – Старый Оскол : Изд-во ТНТ, 2016. – 279 с.

8. Вуколов, Э. А. Основы статистического анализа : Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTIKA и EXCEL : учеб. пособие / Э. А. Вуколов. – М. : Форум, 2013. – 464 с.

9. Планирование, организация и проведение научных исследований в машиностроении : учеб. пособие для вузов / А. И. Барботько, В. А. Кудинов, П. А. Понкратов, А. А. Барботько. – Старый Оскол : Изд-во ТНТ, 2014. – 499 с.

10. Программные статистические комплексы : учеб. пособие для вузов / О. С. Логунова, Е. Г. Филиппов, В. В. Павлов и др. – М. : Академия, 2011. – 240 с.

5.3 Перечень программных продуктов, используемых при изучении дисциплины (курса, модуля)

Расчеты при выполнении индивидуального задания могут проводиться с использованием пакетов прикладных программ:

- Microsoft® Windows Professional 7 Russian
- Microsoft® Office Professional Plus 2010 Russian
- Mathcad Education

5.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (электронно-библиотечные системы); перечень профессиональных баз данных (в том числе международных реферативных баз данных научных изданий); перечень информационно-справочных систем

1.Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM - <http://www.znanium.com/>

2 Научная электронная библиотека Elibrary.ru – <http://elibrary.ru/>

3 Электронные информационные ресурсы издательства Springer Springer Journals <https://link.springer.com>

4 Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com>)

5 Информационно-справочная система «Техэксперт»

6 Информационно-справочная система «Консультант плюс»

ПРИЛОЖЕНИЕ А **(обязательное)**

Перечень тем для самостоятельного изучения

Ограниченность во времени аудиторных занятий и невозможность в сжатый срок изложить весь материал в виде лекций вызывает необходимость в самостоятельном изучении аспирантами некоторых теоретических разделов дисциплины. Для самостоятельного изучения предлагаются следующие темы:

Третье полугодие

1. Графики зависимостей.
2. Выпрямление графиков (с помощью трех точек).
3. Сглаживание последовательностей.
4. Параллельные и блуждающие схематические диаграммы.
5. Использование двухфакторного анализа.
6. Усовершенствованные аппроксимации.

Четвертое полугодие

1. Трехфакторные аппроксимации.
2. Улучшение сглаживания.
3. Группирование подсчетов по ячейкам.
4. Графики произведений-отношений – обработка без использования ячеек.
5. Формы распределения.
6. Математические распределения.

Список литературы для подготовки представлен в разделе 5 данной рабочей программы.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б **(обязательное)**

Методические указания по выполнению индивидуальных заданий

Варианты тем индивидуальных заданий

Третье полугодие

1. Сглаживание последовательностей.
2. Параллельные и блуждающие схематические диаграммы.
3. Однофакторный дисперсионный анализ при планировании экспериментов.
4. Двухфакторный дисперсионный анализ при планировании экспериментов
5. Построение регрессионных моделей.
6. Процедуры множественного сравнения при реализации блочных экспериментов
7. Улучшение сглаживания.
8. Формы распределения

Четвертое полугодие

1. Отсеивающие (Плакетта-Бермана) планы
2. Смешанные факторные планы
3. Трехуровневые $3^{**}(k-p)$ дробные факторные планы
4. Центральные композиционные планы (поверхности отклика)
5. Латинские квадраты
6. Робастные планы Тагучи
7. D- и A-оптимальные планы
8. Альтернативные процедуры для анализа экспериментов

Задание выдается индивидуально. Содержание индивидуального задания направлено на развитие умений и владений при использовании компьютерных технологий в науке и образовании.

Результаты работы сводятся в пояснительную записку. Пояснительная записка (отчет) должна быть оформлена в соответствии с руководящим нормативным документом университета РД 013 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления». Выполненное индивидуальное задание должно быть оформлено в виде отчета и защищено. По возможности, результаты полученные аспирантом при выполнении индивидуального задания, должны быть опубликованы и использованы в диссертационной работе.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

ТЕСТЫ для проверки самостоятельно освоенных тем
Первое полугодие второго года обучения

Вопрос 1. Мода вариационного ряда 1, 1, 2, 5, 7, 8 равна...

Выберите один ответ.

- a. 2
- b. 1
- c. 24
- d. 8

Вопрос 2. Мода вариационного ряда 1, 2, 3, 4, 4, 6 равна...

Выберите один ответ.

- a. 4
- b. 20
- c. 5
- d. 6

Вопрос 3. Проведено 5 измерений (без систематических ошибок) некоторой случайной величины: 6, 7, 8, 10, 11. Тогда несмещенная оценка математического ожидания равна...

Выберите один ответ.

- a. 8,4
- b. 10,5
- c. 8
- d. 8,2

Вопрос 4. В результате измерений некоторой физической величины одним прибором (без систематических ошибок) получены следующие результаты (в мм): 8, 11, 11. Тогда несмещенная оценка дисперсии измерений равна...

Выберите один ответ.

- a. 12
- b. 9
- c. 6
- d. 3

Вопрос 5. Проведено 5 измерений (без систематических ошибок) некоторой случайной величины: 9, 10, 11, 13, 14. Тогда несмещенная оценка математического ожидания равна...

Выберите один ответ.

- a. 11
- b. 14,25

- c. 11,2
- d. 11,4

Вопрос 6. Проведено 5 измерений (без систематических ошибок) некоторой случайной величины: 8, 9, 10, 12, 13. Тогда несмещенная оценка математического ожидания равна...

Выберите один ответ.

- a. 10,4
- b. 13
- c. 10
- d. 10,2

Вопрос 7. Точечная оценка параметра распределения равна 21. Тогда его интервальная оценка может иметь вид...

Выберите один ответ.

- a. (20; 21)
- b. (21; 22)
- c. (0; 21)
- d. (20; 22)

Вопрос 8. Мода вариационного ряда 1, 3, 5, 5, 6, 7 равна...

Выберите один ответ.

- a. 27
- b. 5
- c. 4
- d. 7

Вопрос 9. Точечная оценка параметра распределения равна 24. Тогда его интервальная оценка может иметь вид...

Выберите один ответ.

- a. (24; 25)
- b. (23; 25)
- c. (23; 24)
- d. (0; 24)

Вопрос 10. В результате измерений некоторой физической величины одним прибором (без систематических ошибок) получены следующие результаты (в мм): 8, 10, 12. Тогда несмещенная оценка дисперсии измерений равна...

Выберите один ответ.

- a. 10
- b. 12
- c. 4
- d. 6

Вопрос 11. Точечная оценка параметра распределения равна 23. Тогда его интервальная оценка может иметь вид...

Выберите один ответ.

- a. (0; 23)
- b. (23; 24)
- c. (22; 24)
- d. (22; 23)

Вопрос 12. Мода вариационного ряда 1, 2, 3, 3, 4, 7 равна...

Выберите один ответ.

- a. 4
- b. 20
- c. 3
- d. 7

Вопрос 13. В результате измерений некоторой физической величины одним прибором (без систематических ошибок) получены следующие результаты (в мм): 14, 16, 17. Тогда несмещенная оценка дисперсии измерений равна...

Выберите один ответ.

- a. 9
- b. 15
- c. 6
- d. 3

Вопрос 14. Точечная оценка параметра распределения равна 22. Тогда его интервальная оценка может иметь вид...

Выберите один ответ.

- a. (22; 23)
- b. (0; 22)
- c. (21; 22)
- d. (21; 23)

Вопрос 15. Проведено 5 измерений (без систематических ошибок) некоторой случайной величины: 5, 6, 9, 10, 11. Тогда несмещенная оценка математического ожидания равна...

Выберите один ответ.

- a. 9
- b. 10,25

Второе полугодие второго года обучения

Вопрос 1. Для проверки гипотезы о равенстве двух выборочных средних значений случайной величины, имеющей Гауссовский закон распределения, используется:

- a. критерий Стьюдента
- b. критерий Фишера
- c. критерий Кохрена
- d. критерий Пирсона.

Вопрос 2. При Гауссовском законе распределения случайной величины для проверки гипотезы о равенстве двух дисперсий одной и той же случайной величины, в качестве критерия значимости используется:

- a. критерий Стьюдента
- b. критерий Фишера
- c. критерий Кохрена
- d. критерий Пирсона.

Вопрос 3. Для проверки однородности дисперсии полученных экспериментальных значений используют:

- a. критерий Стьюдента
- b. критерий Фишера
- c. критерий Кохрена
- d. критерий Пирсона.

Вопрос 4. Соответствие экспериментального распределения случайной величины предполагаемому теоретическому закону распределения оценивается с помощью:

- a. критерий Стьюдента
- b. критерий Фишера
- c. критерий Кохрена
- d. критерий Пирсона.

Вопрос 5. Из множества факторов, влияющих на рассеяние выходной величины Y , выбирается один, который, по мнению исследователя, имеет наибольшее влияние на это рассеяние. Чтобы выявить эффект исследуемого фактора, его делят на несколько четко разделимых уровней, а остальные факторы рандомизируют. Это—

- a. однофакторный дисперсионный анализ
- b. двухфакторный дисперсионный анализ
- c. трехфакторный дисперсионный анализ

Вопрос 6. Если $F_{\text{расч}} < F_{\text{кр}}$, то делается вывод о том, что:

- a. результаты эксперимента не противоречат гипотезе об отсутствии эффекта уровней исследуемого фактора
- b. исследуемый фактор вносит существенный эффект в разброс выходной величины Y

Вопрос 7. Построение плана эксперимента по типу латинского квадрата –

- a. однофакторный дисперсионный анализ
- b. двухфакторный дисперсионный анализ
- c. трехфакторный дисперсионный анализ

Вопрос 8. Метод выявления наиболее существенных факторов исследуемого процесса, основанный на опросе специалистов, работающих в этой области:

- a. метод ранговой корреляции
- b. дисперсионный анализ
- c. методы насыщенных и сверх насыщенных планов

Вопрос 9. Для проверки согласованности мнений специалистов вычисляют

- a. коэффициент конкордации
- b. критерий Стьюдента;
- c. коэффициент Фишера

Вопрос 10. Для первоначального построения «грубой модели» исследуемого процесса, отбросив на первом этапе факторы, оказывающее незначительное влияние, используют:

- a. метод ранговой корреляции
- b. дисперсионный анализ
- c. методы насыщенных и сверх насыщенных планов

