

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

СОГЛАСОВАНО  
Директор института  
магистратуры и аспирантуры  
(ИМиА)

  
«    »      О. А. Бодров  
2020 г.

Руководитель ОПОП

  
«    »      Б. В. Костров  
2020 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор РОПиМД



«    »      А. В. Корячко  
2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Б1.1.В.06а «Вычислительный эксперимент и математическая  
обработка экспериментальных данных»**

Направление подготовки  
02.06.01 Компьютерные и информационные науки

ОПОП подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре  
«Теоретические основы информатики»

Квалификация (степень) выпускника – Исследователь,  
Преподаватель-исследователь

Форма обучения – очная

Рязань 2020

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 02.06.01 «Компьютерные и информационные науки», (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Минобрнауки России от «30» июля 2014 г. № 875.

Программу составил доцент



М.Б. Никифоров

Программа утверждена на заседании кафедры ЭВМ

« 11 » 06 2020 г., протокол № 10 .

Заведующий кафедрой ЭВМ



Б. В.Костров

# 1 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа по дисциплине «Вычислительный эксперимент и математическая обработка экспериментальных данных» является составной частью основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) аспирантуры «Теоретические основы информатики», разработанной в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки кадров высшей квалификации 02.06.01 «Компьютерные и информационные науки» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 875 г (ред. от 30.04.2015 г.).

*Целью освоения дисциплины* является получение глубоких знаний по теории оптимального планирования и устойчивым методам обработки результатов пассивного и активного натурных экспериментов и вычислительного эксперимента на основе полученных ранее знаний.

### *Задачи дисциплины:*

1. Получение теоретических знаний о методах синтеза оптимальных планов для линейных и нелинейных моделей, о критериях оптимальности экспериментальных планов, о статических методах отбора информативных параметров;
2. Приобретение практических навыков в области устойчивых методов обработки результатов эксперимента при различных объемах выборки;
3. Получение теоретических знаний о методах планирования и проведения компьютерных экспериментов;
4. Приобретение практических навыков в области разработки алгоритмов и программ статистической обработки экспериментальных данных.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	Способность к разработке и анализу информационных процессов и структур и их моделей, к исследованию и разработке методов и средств кодирования информации, моделей данных, языков описания данных, языков манипулирования данными, языков запросов	<p style="text-align: center;"><u>Знать</u>: основные методы планирования и проведения научных экспериментов в области информационных процессов и структур.</p> <p style="text-align: center;"><u>Уметь</u>: составлять планы проведения эксперимента и осуществлять статистическую обработку полученных результатов.</p> <p style="text-align: center;"><u>Владеть</u>: математическими методами статистической обработки экспериментальных данных и соответствующим программным обеспечением.</p>

ПК-2	Владение методологией исследования и разработки в области теоретических, технических, программных и информационных аспектов обеспечения функционирования систем и реализации процессов генерации, сбора, хранения, обработки, поиска, передачи, представления и воспроизведения информации.	<p><b>Знать:</b> методы исследования систем и процессов и пути создания новых подходов к научно-исследовательской деятельности в области систем обработки информации.</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать новые подходы к анализу систем обработки информации и применять их в научно-исследовательской деятельности</p> <p><b>Владеть:</b> методикой разработки новых методов исследования и проектирования алгоритмов и технических средств анализа систем обработки информации.</p>
------	---	---

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к вариативной части блока Б1 (Б1.1.В.06а) основной профессиональной образовательной программы подготовки аспирантов направления 02.06.01 «Компьютерные и информационные науки» направленности 05.13.17 «Теоретические основы информатики».

Дисциплина изучается по очной форме обучения на 3 курсе.

*Пререквизиты дисциплины.* Для изучения дисциплины обучаемый должен знать:

- базовые технологии разработки алгоритмов и программ;
- основные синтаксические конструкции языков программирования высокого уровня, ориентированных на статистическую обработку экспериментальных данных;
- основы теории вероятности и математической статистики;

уметь:

- разрабатывать модели сложных систем;
- обосновывать принимаемые проектные решения;

владеть:

- навыками алгоритмизации и программной реализации типовых задач программирования;
- методами тестирования программных продуктов.

*Взаимосвязь с другими дисциплинами.* Курс «Вычислительный эксперимент и математическая обработка экспериментальных данных» содержательно и методологически взаимосвязан с другими курсами, такими как: «Организация и управление научными исследованиями», «Теоретические основы информатики».

Программа курса ориентирована на возможность расширения и углубления знаний, умений и навыков аспиранта для успешной профессиональной деятельности.

*Постреквизиты дисциплины.* Компетенции, полученные в результате освоения

дисциплины необходимы обучающемуся при изучении следующих дисциплин: «Методы анализа, фильтрации, распознавания и синтеза изображений», «Научно-исследовательская практика», «Научно-исследовательская деятельность».

**3 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

*Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетные единицы (ЗЕ), 108 часов.*

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>
Общая трудоёмкость дисциплины, в том числе:	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	38,35
Лекции	18
Практические занятия (ПЗ)	18
Консультации	2
СР	65
ИКР	0,25
Контроль	4,75
Вид промежуточной аттестации обучающихся:	зачет

**4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам**

**Тема 1.** Введение. Создание и применение моделей для исследования сложных систем.

Цель и структура дисциплины. Логические основания планирования эксперимента и необходимости математической обработки экспериментальных данных. Параметры, характеристики и примеры сложных систем. Требования, назначение, классификация и область применения моделей, математические модели. Аналитические и статистические методы моделирования. Адекватность модели.

**Тема 2.** Факторное пространство и выделение области экспериментирования.

Понятие фактора, уровня фактора. Основной уровень фактора. Априорное ранжирование факторов. Размах и интервал варьирования. Взаимодействия факторов, факторного пространства и области экспериментирования.

**Тема 3.** Полный и дробный факторные эксперименты.

Понятия полного и дробного факторных экспериментов, черного ящика. Выбор факторов, ограничений, диапазонов, основного уровня. Матрица плана. Многомерные полнофакторные эксперименты. Ортогональное планирование эксперимента. Минимизация числа опытов. Дробные реплики.

#### **Тема 4.** Эксперименты по специальным планам.

План взвешивания. Симплекс-план. План дисперсионного анализа. Латинские квадраты и кубы.

#### **Тема 5.** Оценка оптимальности планов. Оценка функции отклика.

Оптимальность планов. D-оптимальность. Особенности оптимальных планов. Генерация планов. Отклик, функция отклика, оценка функции отклика. Дисперсия оценки. Математическое ожидание отклика. Поверхности отклика и уровень функции отклика

#### **Тема 6.** Рандомизация планов и проведение эксперимента.

Цель рандомизации. Проведение параллельных опытов. Временной дрейф функции отклика. Реализация плана эксперимента. Матрица плана, блок, точка, центральная точка, звездная точка, плечо, спектр плана. Учет ошибок параллельных опытов. Расчет дисперсии воспроизводимости эксперимента.

#### **Тема 7.** Обработка результатов эксперимента с использованием дисперсионного и ковариационного анализа.

Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ, коэффициент регрессии, модели регрессионного анализа. Проверка модели на адекватность. Проверка значимости коэффициентов. Проверка однородности дисперсий. Однофакторный и двухфакторный регрессионный анализ, их алгоритмы. Фиксированные и переменные коварианты. Ковариационный анализ.

#### **Тема 8.** Аналитическое решение задачи оптимизации статистической модели.

Постановка задачи оптимизации. Выбор параметра оптимизации. Аналитические методы поиска экстремума. Основы линейного и нелинейного программирования.

#### **Тема 9.** Планирование эксперимента при решении задачи оптимизации.

Метод крутого восхождения по поверхности отклика. Стратегии реализации мысленных опытов. Оценка итогов крутого восхождения.

#### **Тема 10.** Алгоритмы и программы статистической обработки результатов эксперимента с использованием языка программирования R.

Структуры данных. Ввод данных. Статистические функции. Статистический анализ результатов эксперимента.

#### **Тема 11.** Основы планирования вычислительного эксперимента.

Основы планирования вычислительного эксперимента. Стратегическое и тактическое планирование. Планирование эксперимента на основе нейросетевых алгоритмов. Построение нейросетевой модели. Программные средства для моделирования компьютерного эксперимента.

#### **Тема 12.** Адаптивное планирование. Коррекция динамических погрешностей измерений.

Адаптивное планирование эксперимента как робастный метод обработки информации. Алгебраическая коррекция множеств распознающих алгоритмов. Полиномиальная коррекция на основе слагаемых максимальной высоты. Степенной алгебраический корректор. Алгебраический корректор второй степени.

### **4.2 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

<b>№ п/п</b>	<b>Тема</b>	<b>Общая трудоемкость,</b>	<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем</b>	<b>Самостоятельная</b>
--------------	-------------	----------------------------	---	------------------------

			<b>Всего</b>	<b>Лекции</b>	<b>Практические занятия,</b>	
1	2	3	4	5	6	8
1	Введение. Создание и применение моделей для исследования сложных систем	9	1	0,5	0,5	8
2	Факторное пространство и выделение области экспериментирования	9	1	0,5	0,5	8
3	Полный и дробный факторные эксперименты	9	1	0,5	0,5	8
4	Эксперименты по специальным планам	9	1	0,5	0,5	8
5	Оценка оптимальности планов. Оценка функции отклика	9	1	0,5	0,5	8
6	Рандомизация планов и проведение эксперимента	9	1	0,5	0,5	8
7	Обработка результатов эксперимента с использованием дисперсионного и ковариационного анализа	9	1	0,5	0,5	8
8	Аналитическое решение задачи оптимизации статистической модели	9	1	0,5	0,5	8
9	Планирование эксперимента при решении задачи оптимизации	9	1	0,5	0,5	8
10	Алгоритмы и программы статистической обработки результатов эксперимента с использованием языка программирования R	9	1	0,5	0,5	8
11	Основы планирования вычислительного эксперимента.	9	1	0,5	0,5	8
12	Адаптивное планирование. Коррекция динамических погрешностей измерений	9	1	0,5	0,5	8
<b>Всего:</b>		<b>108</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>96</b>

### Виды практических и самостоятельных работ

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость
1	Введение. Создание и применение моделей для исследования сложных систем.	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение литературы	8
		Практическая работа	Разработка примера имитационной модели абстрактной системы.	0,5
2	Факторное пространство и выделение области экспериментирования.	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение литературы, конспекта лекций. Подготовка к ПЗ. Выполнение контр работы.	8
		Практическая работа	Оценка уровней фактора, расчет основного уровня, априорное ранжирование факторов. Выбор размаха и интервала варьирования.	0,5
3	Полный и дробный факторные эксперименты	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение литературы, конспекта лекций. Подготовка к ПЗ. Выполнение контр работы.	8
		Практическая работа	Разработка матрицы плана многомерного полнофакторного эксперимента. Минимизация числа опытов и построение дробной реплики.	0,5
4	Эксперименты по специальным планам	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение литературы, конспекта лекций. Подготовка к ПЗ	8
		Практическая работа	План взвешивания. Симплекс-план.	0,5
5	Оценка оптимальности планов. Оценка функции отклика	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение литературы, конспекта лекций. Подготовка к ПЗ	8
		Практическая работа	Оценка оптимальности планов и особенностей оптимальных планов. Генерация планов. Оценка функции	0,5



			отклика, и ее дисперсии. Расчет математического ожидания отклика.	
6	Рандомизация планов и проведение эксперимента	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение литературы, конспекта лекций. Подготовка к ПЗ	8
		Практическая работа	Реализация плана эксперимента. Учет ошибок параллельных опытов. Расчет дисперсии воспроизводимости	0,5
7	Обработка результатов эксперимента с использованием дисперсионного и ковариационного анализа	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение литературы, конспекта лекций. Подготовка к ПЗ. Выполнение контр работы.	8
		Практическая работа	Применение метода наименьших квадратов и регрессионного анализа для оценки производительности сети	0,5
8	Аналитическое решение задачи оптимизации статистической модели	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение литературы, конспекта лекций. Подготовка к ПЗ	8
		Практическая работа	Использование языка R для решения задач линейного и нелинейного программирования.	0,5
9	Планирование эксперимента при решении задачи оптимизации	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение литературы, конспекта лекций. Подготовка к ПЗ	8
		Практическая работа	Программная реализация метода крутого восхождения по поверхности отклика. Оценка итогов крутого восхождения.	0,5
10	Алгоритмы и программы статистической обработки результатов эксперимента с	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение литературы, конспекта лекций. Подготовка к ПЗ. Выполнение контр работы. Подготовка к экзамену	8

	использованием языка R	Практическая работа	Статистический анализ результатов эксперимента.	0,5
11	Основы планирования вычислительного эксперимента.	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение литературы, конспекта лекций. Подготовка к ПЗ. Подготовка к экзамену	8
		Практическая работа	Выбор и применение программных средств для компьютерного эксперимента.	0,5
12	Адаптивное планирование. Коррекция динамических погрешностей измерений	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение литературы, конспекта лекций. Подготовка к ПЗ. Подготовка к экзамену	8
		Практическая работа	Оценка методов адаптивного планирования эксперимента как робастного метода обработки информации. Изучение методов коррекции ошибок измерений при проведении экспериментов.	0,5

## **5 ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Самостоятельное изучение тем учебной дисциплины способствует: закреплению знаний, умений и навыков, полученных в ходе аудиторных занятий; углублению и расширению знаний по отдельным вопросам и темам дисциплины; освоению умений прикладного и практического использования полученных знаний; освоению умений по проведению экспериментальных научных исследований и обработке их результатов.

Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются: подготовка докладов, рефератов и презентаций.

### **Методические указания для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

1. Бакалов, В.П. Цифровое моделирование случайных процессов : Учеб.пособие. - М.:САЙНС-ПРЕСС, 2002. - 88с. - (Сер."Конспекты лекций по радиотехн. дисц." ; Вып.4). (23)

2. Самарский, А.А. Математическое моделирование: идеи, методы, примеры. - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2002. - 316с. (10)
3. Золотарев, В.В. Компьютерное моделирование : учеб. пособие / РГРТУ. - Рязань, 2008. - 53с. (25)
4. Акинин М.В. Теория планирования эксперимента : метод. указ. к лаб. работам / РГРТУ. - Рязань, 2015. - 56с. (14)
5. Шмойлова, Р.А. Практикум по теории статистики : учеб. пособие для вузов / Под ред. Шмойловой Р.А. - 3-е изд. - М. : Финансы и статистика, 2008. - 415с. (50)

### **Электронные ресурсы**

1. Шустрова М.Л. Основы планирования экспериментальных исследований [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.Л. Шустрова, А.В. Фафурин. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 84 с. — 978-5-7882-1924-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62523.html> дата обращения 30.08.2017.
2. Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс] : методические указания / . — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 55 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30012.html> дата обращения 30.08.2017.
3. Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям для студентов, обучающихся по направлению подготовки 221700 «Стандартизация и метрология» / . — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014. — 83 с. — 978-5-7264-0889-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/25512.html> дата обращения 30.08.2017.
4. Бойко А.Ф. Теория планирования многофакторных экспериментов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Бойко, М.Н. Воронкова. — Электрон. текстовые данные. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 73 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28403.html> дата обращения 30.08.2017.
5. Попов А.А. Оптимальное планирование эксперимента в задачах структурной и параметрической идентификации моделей многофакторных систем [Электронный ресурс] : монография / А.А. Попов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 296 с. — 978-5-7782-2329-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45413.html> дата обращения: 30.08.2017.
6. Сафин Р.Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.Г. Сафин, А.И. Иванов, Н.Ф. Тимербаев. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 154 с. — 978-5-7882-1412-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62219.html> дата обращения: 30.08.2017.

### **6 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Вычислительный эксперимент и математическая обработка экспериментальных данных»).

## **7 ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная:**

1. Бакалов, В.П. Цифровое моделирование случайных процессов : Учеб.пособие. - М.:САЙНС-ПРЕСС, 2002. - 88с. - (Сер."Конспекты лекций по радиотехн. дисц." ; Вып.4). **(23)**
2. Самарский, А.А. Математическое моделирование: идеи, методы, примеры. - 2-е изд.,испр. - М.:Физматлит, 2002. - 316с. **(10)**
3. Золотарев, В.В. Компьютерное моделирование : учеб. пособие / РГРТУ. - Рязань, 2008. - 53с. **(25)**
4. Акинин М.В. Теория планирования эксперимента : метод. указ. к лаб. работам / РГРТУ. - Рязань, 2015. - 56с. **(14)**
5. Шмойлова, Р.А. Практикум по теории статистики : учеб. пособие для вузов / Под ред. Шмойловой Р.А. - 3-е изд. - М. : Финансы и статистика, 2008. - 415с. **(50)**

### **Дополнительная:**

1. Сосулин, Ю.А. Эконометрический анализ предприятия : учеб. пособие / РГРТУ. - Рязань, 2010. - 64с. **(48)**
2. Коршунов, Ю.М. Регрессионный анализ и планирование эксперимента : Метод.указ.к лаб. работам и дипл.проект. / РГРТА. - Рязань, 2005. - 24с. **(9)**

## **8 ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Шустрова М.Л. Основы планирования экспериментальных исследований [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.Л. Шустрова, А.В. Фафурин. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 84 с. — 978-5-7882-1924-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62523.html> дата обращения 30.08.2017.

1. Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс] : методические указания / . — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 55 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30012.html> дата обращения 30.08.2017.
2. Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям для студентов, обучающихся по направлению подготовки 221700 «Стандартизация и метрология» / . — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014. — 83 с. — 978-5-7264-0889-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/25512.html> дата обращения 30.08.2017.
3. Бойко А.Ф. Теория планирования многофакторных экспериментов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Бойко, М.Н. Воронкова. — Электрон. текстовые данные. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.

Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 73 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28403.html> дата обращения 30.08.2017.

4. Попов А.А. Оптимальное планирование эксперимента в задачах структурной и параметрической идентификации моделей многофакторных систем [Электронный ресурс] : монография / А.А. Попов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 296 с. — 978-5-7782-2329-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45413.html> дата обращения: 30.08.2017.

5. Сафин Р.Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.Г. Сафин, А.И. Иванов, Н.Ф. Тимербаев. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 154 с. — 978-5-7882-1412-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62219.html> дата обращения: 30.08.2017.

## **9 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для освоения дисциплины требуется предварительная подготовка в области программирования на любом из языков программирования высокого уровня и навыки разработки программного обеспечения; необходимы знания в области теории вероятности и математической статистики. Обязательное условие успешного усвоения курса – большой объём самостоятельно проделанной работы.

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю в ходе подготовки к практическому занятию.

Для освоения программирования на языке R желательно установить его на домашнем компьютере. Для установки программного обеспечения используйте официальные репозитории.

Перед выполнением практического занятия необходимо внимательно ознакомиться с заданием. Желательно заранее выполнить подготовку проекта в инструментальной среде, чтобы на практическом занятии осталось время для сдачи работы.

Перед сдачей работы рекомендуется ознакомиться со списком вопросов изучаемой темы и попытаться самостоятельно на них ответить, используя конспект лекций и рекомендуемую литературу. Кроме чтения учебной литературы из обязательного списка рекомендуется активно использовать информационные ресурсы сети Интернет по изучаемой теме. Ответы на многие вопросы, связанные с разработкой программ на объектно-ориентированном языке, использованием языковых конструкций, освоением инструментальной среды, вы можете получить в сети Интернет, посещая соответствующие информационные ресурсы.

Самостоятельное изучение тем учебной дисциплины способствует:

- закреплению знаний, умений и навыков, полученных в ходе аудиторных занятий;
- углублению и расширению знаний по отдельным вопросам и темам дисциплины;
- освоению умений прикладного и практического использования полученных знаний в области объектно-ориентированного программирования;
- получению навыков проектирования и разработки программ в инструментальной среде.

Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются:

- самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем дисциплины;
  - выполнение практического задания: составление проекта программы для очередного практического занятия;
  - выполнение домашнего задания: тестирование и отладка программы;
  - подготовка к защите практического задания, оформление отчета.
- Итоговый контроль проходит в виде зачета.

## **10 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

При проведении практических занятий используется программное обеспечение:

1. Язык R. (Язык программирования R, а так же и среда RGui 3.4 являются свободно-распространяемым программным обеспечением, и лицензируется в соответствии с GNU General Public License от 23 июня 2007 года). Полный текст лицензионного соглашения представлен на сайте: <https://www.r-project.org/Licenses/GPL>),
2. MS Windows XP/7 – лицензия Microsoft Imagine, Membership ID 700102019,
3. LibreOffice 4.4 – лицензия LGPLv3, бессрочно,
4. Kaspersky Endpoint Security – Комм лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595 по 05.03.2019.

**Перечень профессиональных баз данных (в том числе международным реферативным базам данных научных изданий) и информационных справочных систем:**

- 1) Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.garant.ru>. – Режим доступа: свободный доступ (дата обращения 02.02.2017).
- 2) Справочная правовая система КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/online/>. – Режим доступа: свободный доступ (будние дни – 20.00 - 24.00, выходные и праздничные дни – круглосуточно) (дата обращения 02.02.2017).

## **11 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Компьютерный класс, оборудованный сетью ПЭВМ с установленным программным обеспечением из расчета одна ПЭВМ на одного человека. Проектор, экран, электронная указка. Интерактивная учебная доска.