МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Рязанский государственный радиотехнический университет»

КАФЕДРА СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ

«СОГЛАСОВАНО»

Декан ФВТ
_____ А.Н. Пылькин

«___»_____2018 г.

Руководитель ОПОП
_____ В.П. Корячко

«___»_____2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе
_____ К.В. Бухенский

«___»_____2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.3.В.07б «Методы планирования эксперимента и обработки данных»

Направление подготовки

11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

ОПОП академического бакалавриата

«Конструирование и технология электронно-вычислительных средств»

Квалификация (степень) выпускника — бакалавр

Форма обучения — очная

Рязань, 2018 г.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы бакалавриата

Рабочая программа дисциплины «Методы планирования эксперимента и обработки данных» является составной частью основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) бакалавриата «Конструирование и технология радиоэлектронных средств», разработанной в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Минобрнауки России от 12.11.2015 г. № 1333.

Целью освоения дисциплины «Методы планирования эксперимента и обработки данных» является формирование практических навыков по разработке, планированию и обработке результатов экспериментальных исследований в области радиоэлектронных средств.

Задачи дисциплины:

1) Получение теоретических знаний о современных подходах и методах планирования эксперимента и обработки данных.

2) Приобретение умения обработки результатов экспериментальных исследований с использованием современных компьютерных программ.

3) Приобретение практических навыков в области планирования экспериментальных исследований, построения регрессионных моделей и проверки их адекватности.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Коды Компетенций	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-6	Способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.	Знать: роль экспериментальных исследований при конструировании радиоэлектронных средств; основы планирования, проведения и обработки результатов эксперимента; основы методов оценки результатов исследований; способы представления научно-технической информации в требуемом формате. Уметь: находить, классифицировать и использовать информацию из различных источников и баз данных при постановке и проведении эксперимента в области конструирования радиоэлектронных средств; анализировать результаты исследований в области конструирования, технологии и эксплуатации радиоэлектронных средств. Владеть: навыками планирования и проведения эксперимента; навыками анализа научной информации в области конструирования радиоэлектронных средств.
ПК-1	Способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования.	Знать: основные понятия моделирования; методы идентификации и проверки адекватности моделей; основные возможности современных стандартных программных пакетов для сбора и обработки результатов экспериментальных исследований. Уметь: выполнять проверку адекватности моделей; использовать современные программные пакеты и средства автоматизированного проектирования для построения регрессионных моделей и проверки их адекватности.

		Владеть: навыками применения современных программных средств моделирования процессов и средств измерений с использованием стандартных программных пакетов и средств автоматизированного проектирования; навыками обработки результатов экспериментальных исследований с использованием современных компьютерных программ.

Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Методы планирования эксперимента и обработки данных» относится к вариативной части блока №1 дисциплин по выбору основной профессиональной образовательной программы академического бакалавриата «Конструирование и технология радиоэлектронных средств» по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств ФГБОУ ВО «РГРТУ».

Дисциплина изучается по очной форме обучения на 4 курсе в 7 и 8 семестре.

Пререквизиты дисциплины. Для освоения дисциплины обучающийся должен иметь компетенции, полученные в результате освоения дисциплин «Математика» и «Информатика». Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- базовые технологии разработки алгоритмов и программ;
- основные синтаксические конструкции языков программирования высокого уровня;
- основные понятия теории вероятностей и математической статистики;
- основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры;

уметь:

- осуществлять сбор и анализ исходных данных из различных источников с использованием современных информационных технологий;
- разрабатывать программы для моделирования объектов и процессов;
- производить статистическую обработку данных, выводить оценки параметров с необходимой надежностью, проверять статистические гипотезы;

владеть:

- стандартными средствами программирования для моделирования объектов и процессов.
- приемами ввода-вывода информации в стандартные пакеты автоматизированных систем;
- навыками алгоритмизации и программной реализации типовых задач программирования;
- методами решения дифференциальных и алгебраических уравнений, дифференциального и интегрального исчисления, теории вероятностей и математической статистики;
- основными приемами математико-статистической обработки и представления экспериментальных данных.

Взаимосвязь с другими дисциплинами. Курс «Методы планирования эксперимента и обработки данных» содержательно и методологически взаимосвязан с другими курсами, такими как: «Моделирование электронно-вычислительных средств», «САПР электронных средств».

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

Постреквизиты дисциплины. Компетенции, полученные в результате освоения дисциплины необходимы обучающемуся при изучении следующих дисциплин: «Преддипломная практика», «Выпускная квалификационная работа».

Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 7 зачетных единиц (ЗЕ), 252 часа.

Вид учебной работы	Всего часов		
	Очная форма	**Очно-заочная форма**	**Заочная форма**
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	252	-	-
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	88	-	-
Лекции	40	-	-
Лабораторные работы	32	-	-
Практические занятия	16	-	-
Самостоятельная работа обучающихся (всего), в том числе:	164	-	-
Курсовой проект	16	-	-
Подготовка к экзамену, консультации	36	-	-
Консультации в семестре	11	-	-
Иные виды самостоятельной работы	101	-	-
Вид промежуточной аттестации обучающихся:	зачет, экзамен	-	-

1. Содержание дисциплины

1.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Тема 1. Введение в основы экспериментальной деятельности.

Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины. Эксперимент как предмет исследования. Понятие эксперимента. Классификация видов экспериментальных исследований. Принципы постановки инженерных и научных задач. Структура инженерного эксперимента в исследованиях в области электронных вычислительных средств. Понятие о моделях сложных процессов. Классификация моделей. Физическое моделирование. Математическое моделирование.

Тема 2. Роль экспериментальных исследований в области конструирования электронных средств.

Моделирование в инженерном эксперименте. Критерии подобия. Теоремы подобия. Критериальные уравнения. Классификация, типы и задачи эксперимента. Методы и приемы планирования экспериментов. Статические и динамические характеристики измерительных систем. Тарировка. Погрешности эксперимента. Систематические и случайные погрешности эксперимента. Компенсация систематических погрешностей. Оценка случайных погрешностей. Критерии отбраковки грубых ошибок эксперимента. Оценка точности измерений. Компьютерная обработка экспериментальных данных. Оценка корректности полученных результатов.

Тема 3. Введение в теорию оптимизации.

Параметры оптимизации. Виды параметров оптимизации. Требования к параметру оптимизации. Обобщенный параметр оптимизации. Оптимизация с использованием дифференцирования. Матрица Гессе. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Численные методы оптимизации. Одномерные методы поиска: метод сканирования, метод золотого сечения, метод парабол. Многомерные методы поиска: метод покоординатного поиска, симплексный метод, метод градиентного спуска, алгоритм Флетчера-Ривса для метода сопряженных градиентов. Случайный поиск.

Тема 4. Основы теории планирования эксперимента.

Основные понятия и определения теории планирования эксперимента. Требования к объекту исследования. Математические модели объекта. Степени информированности исследователя относительно функции отклика. Предварительный этап планирования эксперимента. Натуральная и кодированная системы координат. Критерии оптимальности планов регрессионного анализа: ортогональность, D-оптимальность, A-оптимальность, E-оптимальность, ротатабельность.

Тема 5. Планы первого порядка.

Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Свойства планов полного факторного эксперимента. Метод наименьших квадратов и методика получения оценок коэффициентов линейной однофакторной модели. Матричный подход в теории планирования эксперимента. Информационная и ковариационная матрицы. Формулы для вычисления коэффициентов линейных моделей по планам полного факторного эксперимента. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ). Построение планов ДФЭ. Выбор реплик. Реплики большой дробности. Система смешивания дробных реплик. Симплексные планы. Построение симплексных планов. Критерии оптимальности симплексных планов.

Тема 6. Планы второго порядка.

Исследование уравнений регрессии второго порядка. Приведение уравнения второго порядка к канонической форме. Методы поиска оптимальных режимов. Метод эволюционного планирования. Планы второго порядка. Центральное композиционное планирование. Ортогональные планы второго порядка. Ротатабельные планы второго порядка. Некомпозиционные планы второго порядка.

Тема 7. Обработка результатов эксперимента.

Основные понятия случайных ошибок и методов оценки случайных погрешностей в измерениях. Методы подбора эмпирических формул. Регрессионный анализ. Обработка результатов эксперимента при равномерном и неравномерном дублировании опытов. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублировании опытов. Исключения сомнительных результатов. Проверка однородности дисперсий опытов. Статистические свойства коэффициентов. Оценка значимости коэффициентов регрессионной модели. Определение дисперсии воспроизводимости эксперимента. Проверка гипотезы адекватности регрессионной модели.

Тема 8. Автоматизированные системы научных исследований.

Основные сведения об автоматизированных системах научных исследований. Структура измерительных систем. Датчики для измерения перемещений, давления, температур, деформаций. Приборы преобразования и регистрации аналоговых сигналов. Структура устройства сопряжения ЭВМ с объектом исследования. Введение в LabView. Программная среда LabView. Виртуальные приборы (ВП). Последовательность обработки данных. Создание, редактирование, отладка и настройка ВП. Циклы и другие структуры в ВП. Массивы и кластеры. Графическое отображение данных. Строки и файловый ввод/вывод. Сбор и представление данных. Выполнение операций аналогового ввода. Запись полученных данных в файл. Выполнение операций аналогового вывода. Управление измерительными приборами.

1.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			Всего	лекции	Практ	лабор	
1	Введение в основы экспериментальной деятельности	6	2	2	-	-	4
2	Роль экспериментальных исследований в области конструирования радиоэлектронных средств	8	4	4	-	-	4
3	Введение в теорию оптимизации	24	12	6	6	-	12
4	Основы теории планирования эксперимента	19	8	4	-	4	11
5	Планы первого порядка	32	16	6	6	4	16
6	Планы второго порядка	24	10	4	4	2	14
7	Обработка результатов эксперимента	28	12	6	-	6	16
8	Автоматизированные системы научных исследований	48	24	8	-	16	24
9	Курсовой проект	16	0	-	-	-	16
10	Консультации в семестре	11	0	-	-	-	11
11	Экзамен	36	0	-	-	-	36
	Всего:	**252**	**88**	**40**	**16**	**32**	**164**

Виды практических, лабораторных и самостоятельных работ

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудо-емкость, часов
1	Введение в основы экспериментальной деятельности	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций.	4
2	Роль экспериментальных исследований в области конструирования радиоэлектронных средств	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций.	4
3	Введение в теорию оптимизации	Практическая работа	Одномерные методы оптимизации. Многомерные методы оптимизации	2 4

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудо-емкость, часов
		Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Подготовка и выполнение ПЗ.	4 8
4	Основы теории планирования эксперимента	Лабораторная работа	Исследование грубых ошибок результатов экспериментальных исследований с использованием различных критериев	4
		Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	4 7
5	Планы первого порядка	Лабораторная работа	Обработка результатов экспериментов методом наименьших квадратов. Приближение экспериментальных данных двухпараметрическими зависимостями.	2 2
		Практическая работа	Полный факторный эксперимент. Оценка коэффициентов модели. Проверка значимости коэффициентов и адекватности модели. Дробный факторный эксперимент. Оценка системы смешивания эффектов. Дробный факторный эксперимент. Оценка коэффициентов модели. Проверка значимости коэффициентов и адекватности модели.	2 2 2
		Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчетов. Подготовка и выполнение ПЗ.	4 12
6	Планы второго порядка	Лабораторная работа	Поиск оптимальных режимов с использованием планов центрального композиционного планирования.	2
		Практическая работа	Планирование эксперимента с использованием планов второго порядка	4
		Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. Подготовка и выполнение ПЗ.	4 10

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудо-емкость, часов
7	Обработка результатов эксперимента	Лабораторная работа	Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов. Обработка результатов эксперимента при неравномерном дублировании опытов. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов.	2 2 2
		Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчетов.	4 12
8	Автоматизированные системы научных исследований	Лабораторная работа	Прямые и косвенные однократные измерения. Обработка и представление результатов однократных измерений при наличии систематической погрешности. Стандартная обработка результатов прямых измерений с многократными наблюдениями. Обработка результатов прямых измерений с многократными наблюдениями при наличии грубых погрешностей.	4 4 4 4
		Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчетов.	4 20
9	Курсовой проект	Самостоятельная работа обучающегося	Выполнение и подготовка к защите курсового проекта.	16
10	Консультации в семестре	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Подготовка к теоретическому зачету	11
11	Экзамен	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Подготовка к экзамену	36

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1) Бакулева М.А., Скворцов С.В., Хрюкин В.И. Методы оптимизации. - Рязань: РФ МЭСИ, 2015. - 160 с.

2) Информационные технологии в линейной оптимизации [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; Сост. С.В. Скворцов. Рязань, 2007. - 28 с. — Режим доступа: http://elib.rsreu.ru/ebs/download/956

3) Решение задач вычислительной математики в MathCAD [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе / Рязан. гос. радиотехн. акад.; Сост.: А.А. Митрошин, С.В. Скворцов. Рязань, 2006. - 16 с. — Режим доступа: http://elib.rsreu.ru/ebs/download/955

4) Теория принятия решений [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: В.В. Орехов, И.В. Читаев. Рязань: РГРТУ, 2007. - 44 с. — Режим доступа: http://elib.rsreu.ru/ebs/download/957

5) Теория планирования эксперимента: Методические указания к лабораторным работам / Рязанский государственный радиотехнический университет: Сост: М.В. Акинин, М.Б. Никифоров, А.В. Соколова. Рязань, 2014. 60 с. [Электронный ресурс] https://github.com/savsun/experiment.git.

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 «Методы планирования эксперимента и обработки данных»).

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная учебная литература:

1) Гришенцев А.Ю. Теория и практика технического и технологического эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ю. Гришенцев. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2010. — 101 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68709.html

2) Цветков А.Ф. Планирование эксперимента. Теория и практика : Учеб.пособие / РГРТА. — Рязань, 1998. — 88с.

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. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/28403.html

4) Порсев Е.Г. Организация и планирование экспериментов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Г. Порсев. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 155 с. — 978-5-7782-1461-3. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45415.html

5) Алехин В.А. Электротехника и электроника: Лабораторный практикум с использованием Миниатюрной электротехнической лаборатории МЭЛ, компьютерного моделирования, Mathcad и LabVIEW [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Алехин. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2017. — 225 с. — 978-5-4487-0014-9. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/64898.html

6) Баран Е.Д. Измерения в LabVIEW [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Д. Баран, Ю.В. Морозов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 162 с. — 978-5-7782-1428-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45372.html

Дополнительная учебная литература:

7) Бакулева М.А., Скворцов С.В., Хрюкин В.И. Методы оптимизации. - Рязань: РФ МЭСИ, 2015. - 160 с.

8) 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

9) Васильев А.С. Основы программирования в среде LabVIEW [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Васильев, О.Ю. Лашманов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2015. — 82 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/67494.html

10) Питер Блюм LabVIEW. Стиль программирования [Электронный ресурс] / Блюм Питер. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 400 с. — 978-5-4488-0104-4. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/63824.html

Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

Электронные образовательные ресурсы:

1) Электронный учебный курс по работе с LabView [Электронный ресурс]. – URL: http://plasma.karelia.ru/~ekostq/PUBLIC/IntSrIzm_NEW/LabVIEW/Labview1.pdf
2) Электронный учебник по работе с LabView [Электронный ресурс]. – URL: http://www.picad.com.ua/lesson.htm
3) Портал по вопросам работы с пакетом LabView [Электронный ресурс]. – URL: http://labviewportal.ru/

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для освоения дисциплины требуется предварительная подготовка в области программирования на любом из языков программирования высокого уровня.

Методические указания при проведении практических работ описаны в методических указаниях к лабораторным работам. 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 – не менее 1 часа в неделю в ходе подготовки к лабораторной работе или практическому занятию.

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. Таким образом вы сможете сэкономить свое время и время преподавателя.

Кроме чтения учебной литературы из обязательного списка рекомендуется активно использовать информационные ресурсы сети Интернет по изучаемой теме. Ответы на многие вопросы, связанные с обработки результатов экспериментальных исследований с использованием САПР LabView, можно получить в сети Интернет на соответствующих информационных ресурсах, приведенных в п.8

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;
– получению навыков обработки результатов экспериментальных исследований с использованием САПР LabView.

Самостоятельная работа как вид учебной работы может использоваться на лекциях и практических занятиях, а также иметь самостоятельное значение – внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – при подготовке к лекциям, практическим занятиям, а также к теоретическому зачету.

Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются:

– самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем дисциплины "Методы планирования эксперимента и обработки данных";

– выполнение домашнего задания: выполнение задания по тематике лабораторной и/или практической работы;

– подготовка к защите практического задания, оформление отчета;

– выполнение и подготовка к защите курсового проекта.

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Во время выполнения лабораторных и практических занятий обучающимися используются электронные образовательные ресурсы сети Интернет, приведенные в п.8.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

1) Операционная система Windows XP (лицензия Microsoft DreamSpark Membership ID 700102019);
2) MathCAD 14.0 (Product code SE14RYMMEV0002-FLEX-ACAD)
3) OpenOffice (лицензия Apache License, Version 2.0);
4) LabVIEW (письмо National Instruments исх. №405 от 20.03.2013)
5) MS Office Professional 2003. Open License 19996967

Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для освоения дисциплины необходимы:

1) для проведения лекционных занятий необходима аудитория с достаточным количеством посадочных мест, соответствующая необходимым противопожарным нормам и санитарно-гигиеническим требованиям;

2) для проведения практических занятий необходим класс персональных компьютеров с инсталлированными операционными системами Microsoft Windows XP (или выше) или Linux и установленным лицензионным программным [п.10];

3) для проведения лекций и практических занятий аудитория должна быть оснащена проекционным оборудованием**.**

Программу составили
к.т.н., доц. кафедры САПР ВС Сапрыкин А.Н.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании
кафедры САПР ВС (протокол № 8 от 20.06.2018 г.)

Зав. кафедрой САПР ВС
д.т.н., проф. Корячко В.П.