

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Знаменский Е.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	27.03.04 Управление в технических системах
Специализация/профиль/программа подготовки	Автономные информационные и управляющие системы
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	3	108	52	26	13	13	56	36	0	20	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

27.03.04 Управление в технических системах

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И
УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Крылов Виктор Александрович, старший преподаватель

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**

Заведующий кафедрой Оськин И.А., д.т.н.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Заведующий кафедрой Оськин И.А., д.т.н.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1.1 — Способен разрабатывать и исследовать электромеханические и электронные автономные системы управления действием высокودинамичных объектов в условиях повышенных внешних воздействий

ПК-1.3 — Способен разрабатывать информационно-измерительные компоненты автономных информационных и управляющих систем

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-1.1

знания:

возможности и способы применения САПР на всех этапах проектирования;

умения:

выполнять расчеты параметров и характеристик электрических схем РЭС с помощью пакетов программ САПР;

навыки:

применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

ПК-1.3

знания:

основные методы моделирования радиоэлектронных средств на ЭВМ;

умения:

использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;

навыки:

организовывать проект единого сквозного цикла проектирования аппаратуры от технического задания до реальной конструкции.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *27.03.04 Управление в технических системах*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОТЕХНИКИ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, ВРЕМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ, МЕТОДЫ АНАЛИЗА СТОХАСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЛИЖНЕЙ ЛОКАЦИИ, ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА, ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И ПРИБОРОВ, ЦИФРОВИЗАЦИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ, СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ И МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ, ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ИЗМЕРЕНИЙ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики
- ОПК-11 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)
- ОПК-3 — Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности
- ОПК-7 — Способен производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления
- ОПК-8 — Способен выполнять наладку измерительных и управляющих средств и комплексов, осуществлять их регламентное обслуживание
- ОПК-9 — Способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств
- ПК-1.1 — Способен разрабатывать и исследовать электромеханические и электронные автономные системы управления действием высокодинамичных объектов в условиях повышенных внешних воздействий
- ПК-1.3 — Способен разрабатывать информационно-измерительные компоненты автономных информационных и управляющих систем
- ПК-93 — Способен генерировать новые идеи для решения задач цифровой экономики, абстрагироваться от стандартных моделей, перестраивать сложившиеся способы решения задач, выдвигать альтернативные варианты действий с целью выработки новых оптимальных алгоритмов

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-1.1	ПК-1.3
4	8	Раздел 1. Общие принципы построения САПР и математическое моделирование компонентов РЭС различного уровня. 1.1 Основные задачи САПР. Принципы построения САПР. 1.2 Структурная схема проектирования РЭС. Математические модели РЭ. 1.3 Классификация моделей РЭС по амплитуде сигнала и по полосе частот. 1.4 Основы составления моделей. Физический метод и метод черного ящика. 1.5 Основы структурного моделирования. Имитационное и аналитическое моделирование.	10	6	6	0	0	4	20	20
4	8	Раздел 2. Функциональное и схемотехническое моделирование РЭС и электромагнитных полей. 2.1 Функциональное моделирование (ФМ). Основные требования для ФМ. Базовые элементы функциональных схем. 2.2 Основы схемотехнического моделирования. Моделирование статических режимов. Метод движущейся области сходимости. Метод установления. 2.3 Уравнения статического режима в базисе узловых потенциалов.	10	4	4	0	0	6	20	20
4	8	Раздел 3. Моделирование переходных процессов и оптимизация проектных решений. 3.1 Моделирование переходных процессов. Основные численные методы решения системы ОДУ. 3.2 Особенности задач технической оптимизации. Понятие целевой функции. Критерии оптимальности.	10	4	4	0	0	6	20	20
4	8	Раздел 4. Моделирование и проектирование аналоговых и цифровых РЭС на основе теории графов и с помощью матриц. 4.1 Технология схем РЭС. Понятие графов. Матрица инцидентности. 4.2 Максимальное дерево графа. Матрица сечений хорд графа. 4.3 Математическая модель линейных схем с правильной структурой. Многополосники СВЧ. Матрица рассеяния.	12	4	4	0	0	8	20	20
4	8	Раздел 5. Компьютерное проектирование и моделирование РЭС в среде National Instruments Multisim. 5.1 Основные положения проектирования. 5.2 Моделирование основных узлов РЭС в среде National Instruments Multisim.	66	34	8	13	13	32	20	20
Всего за 8 семестр			108	52	26	13	13	56	100	100
Всего по дисциплине			108	52	26	13	13	56	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 5. Компьютерное проектирование и моделирование РЭС в среде National Instruments Multisim.	Логические элементы и схемы. Триггеры.	1
2		Регистры. Счетчики.	1
3		Цифроаналоговый преобразователь. Аналого-цифровой преобразователь.	1
4		Измерение электрических величин и параметров элементов электрических цепей. Мост постоянного тока.	1
5		Резонансы в цепях синусоидального тока. Линейная электрическая цепь с периодической несинусоидальной ЭДС.	1
6		Индуктивно связанные цепи. Пассивный четырёхполосник.	1
7		Мультивибраторы. Генераторы синусоидальных колебаний.	1
8		Переходные процессы в неразветвленных электрических цепях.	1
9		Неразветвленные цепи синусоидального тока. Разветвленная цепь синусоидального тока.	1
10		Полупроводниковые диод, стабилитрон и тиристор. Однофазные полупроводниковые выпрямители.	1

11		Биполярные и полевые транзисторы. Простейшие транзисторные усилители.	1
12		Электронные устройства на операционных усилителях.	1
13		Аналоговые компараторы напряжения. Цифровой компаратор.	1
Всего за 8 семестр			13

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 5. Компьютерное проектирование и моделирование РЭС в среде National Instruments Multisim.	Исследование свойств колебательных контуров.	2
2		Исследование схемы с контуром ударного возбуждения.	2
3		Исследование импульсных устройств на операционных усилителях.	3
4		Логические элементы.	3
5		Исследование цифро-аналогового преобразователя.	3
Всего за 8 семестр			13

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие принципы построения САПР и математическое моделирование компонентов РЭС различного уровня.	Повторение лекционного материала.	2
2		Выбор и согласование тем КП. Оформление проектов заданий на КП.	2
3	Раздел 2. Функциональное и схемотехническое моделирование РЭС и электромагнитных полей.	Повторение лекционного материала.	2
4		Оформление заданий на КП. Анализ состояния вопроса. Ознакомление с технической литературой и интернет-источниками в рамках тем КП.	4
5	Раздел 3. Моделирование переходных процессов и оптимизация проектных решений.	Повторение лекционного материала.	2
6		Изучение нормативной литературы (ГОСТы, ОСТы, нормали, технические условия) в рамках тем КП. Разработка текстовой части КП.	4
7	Раздел 4. Моделирование и проектирование аналоговых и цифровых РЭС на основе теории графов и с помощью матриц.	Повторение лекционного материала.	2
8		Разработка расчётно-графической части КП.	6
9	Раздел 5. Компьютерное проектирование и моделирование РЭС в среде National Instruments Multisim.	Повторение лекционного материала.	4
10		Подготовка к практическим занятиям.	4
11		Подготовка к лабораторным занятиям, оформление отчетов.	4
12		Оформление пояснительных записок, подготовка к защите КП.	20
Всего за 8 семестр			56

3.5. Курсовой проект

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Оформление задания	1 - 2	2

Этап 2. Ознакомление с источниками	3 - 4	6
Этап 3. Изучение нормативной литературы	5 - 6	4
Этап 4. Проведение расчетов	7 - 8	8
Этап 5. Разработка текстовой части КП	9 - 10	8
Этап 6. Разработка графической части КП	11 - 12	4
Этап 7. Оформление пояснительной записки, подготовка к защите	12 - 13	4
Всего за 8 семестр		36

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8			ЛР			ДР	ЛР	КП	Колл, ЛР	ДР	ЛР, Тест	КП	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- КП – курсовой проект;
- Колл – коллоквиум;
- Тест – тест;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- курсовой проект;
- коллоквиум;
- тест;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Инженерный анализ, моделирование и проектирование электронных устройств. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 220 экз.
2. . Моделирование радиотехнических цепей с помощью пакет Multisim 2001. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, 177 экз.
3. А. А. Головков, И. Ю. Пивоваров, И. Р. Кузнецов. . Компьютерное моделирование и проектирование радиоэлектронных средств. СПб.: Питер, 2015, эл. рес.
4. А. Б. Шеин, Н. М. Лазарева. . Методы проектирования электронных устройств. Москва: Инфра-Инженерия, 2013, эл. рес.
5. И. П. Норенков. Основы автоматизированного проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2009, эл. рес.
6. Л. А. Чередниченко, Ю. Н. Мустафаев, С. А. Гусев. . Исследование электрических цепей с помощью пакета Multisim. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
7. О. В. Алексеев, А. А. Головков, И. Ю. Пивоваров. . Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств. М.: Высш. шк., 2000, эл. рес.
8. П. А. Галайдин, Ю. Н. Мустафаев. . Моделирование электронных схем в пакете Multisim. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 82 экз.
9. Р. В. Антипенский, А. Г. Фадин. . Схемотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств. М.: Техносфера, 2007, 7 экз.
10. Э. А. Бесперстов. . Моделирование цифровых устройств в среде Multisim 7. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
2. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
4. <http://www.tnt-ebook.ru> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
5. <http://ibooks.ru> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Adobe Reader;
2. PTC Mathcad Prime 5.0;

3. NI Multisim - академическая версия;
4. DjVuReader.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Adobe Reader;
4. DjVuReader;
5. NI Multisim - академическая версия;
6. PTC Mathcad Prime 5.0.

6.3. Лабораторные занятия:

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Adobe Reader;
4. PTC Mathcad Prime 5.0;
5. NI Multisim - академическая версия;
6. DjVuReader.

6.4. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 27.03.04 *Управление в технических системах*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-1.1 Способен разрабатывать и исследовать электромеханические и электронные автономные системы управления действием высокодинамичных объектов в условиях повышенных внешних воздействий;

ПК-1.3 Способен разрабатывать информационно-измерительные компоненты автономных информационных и управляющих систем.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с разработкой и исследованием электронной аппаратуры боеприпасов и взрывателей. Студенты приобретают знания о выполнении расчетов параметров и характеристик электрических схем с помощью пакетов программ САПР, а также умения применять методы математического анализа и моделирования и корректно оформлять документацию.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- курсовой проект;
- коллоквиум;
- тест;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**26 ч.**), практические занятия (**13 ч.**), лабораторный практикум (**13 ч.**), самостоятельная работа студента (**56 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 52 ч. аудиторных занятий, и 56 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Общие принципы построения САПР и математическое моделирование компонентов РЭС различного уровня.		
Повторение лекционного материала.	А. Б. Шеин, Н. М. Лазарева. . Методы проектирования электронных устройств: Москва: Инфра-Инженерия, 2013 (Выборочно по разделам)	2
Выбор и согласование тем КП. Оформление проектов заданий на КП.	А. А. Головков, И. Ю. Пивоваров, И. Р. Кузнецов. . Компьютерное моделирование и проектирование радиоэлектронных средств: СПб.: Питер, 2015 (Выборочно по разделам) И. П. Норенков. Основы автоматизированного проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2009 (Выборочно по разделам) Р. В. Антипенский, А. Г. Фадин. . Схемотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств: М.: Техносфера, 2007 (Выборочно по разделам)	2
Итого по разделу 1		4
Раздел 2. Функциональное и схемотехническое моделирование РЭС и электромагнитных полей.		
Повторение лекционного материала.	Р. В. Антипенский, А. Г. Фадин. . Схемотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств: М.: Техносфера, 2007 (Выборочно по разделам)	2
Оформление заданий на КП. Анализ состояния вопроса. Ознакомление с технической литературой и интернет-источниками в рамках тем КП.	А. Б. Шеин, Н. М. Лазарева. . Методы проектирования электронных устройств: Москва: Инфра-Инженерия, 2013 (Выборочно по разделам) А. А. Головков, И. Ю. Пивоваров, И. Р. Кузнецов. . Компьютерное моделирование и проектирование радиоэлектронных средств: СПб.: Питер, 2015 (Выборочно по разделам) . Моделирование радиотехнических цепей с помощью пакет Multisim 2001: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (Выборочно по разделам)	4
Итого по разделу 2		6
Раздел 3. Моделирование переходных процессов и оптимизация проектных решений.		
Повторение лекционного материала.	. Инженерный анализ, моделирование и проектирование электронных устройств: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (Выборочно по разделам)	2
Изучение нормативной литературы (ГОСТы, ОСТы, нормали, технические условия) в рамках тем КП. Разработка текстовой части КП.	А. А. Головков, И. Ю. Пивоваров, И. Р. Кузнецов. . Компьютерное моделирование и проектирование	4

	<p>радиоэлектронных средств: СПб.: Питер, 2015 (Выборочно по разделам)</p> <p>Р. В. Антипенский, А. Г. Фадин. . Схемотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств: М.: Техносфера, 2007 (Выборочно по разделам)</p> <p>А. Б. Шеин, Н. М. Лазарева. . Методы проектирования электронных устройств: Москва: Инфра-Инженерия, 2013 (Выборочно по разделам)</p>	
Итого по разделу 3		6
Раздел 4. Моделирование и проектирование аналоговых и цифровых РЭС на основе теории графов и с помощью матриц.		
Повторение лекционного материала.	<p>Р. В. Антипенский, А. Г. Фадин. . Схемотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств: М.: Техносфера, 2007 (Выборочно по разделам)</p> <p>О. В. Алексеев, А. А. Головков, И. Ю. Пивоваров. .</p>	2
Разработка расчётно-графической части КП.	<p>Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств: М.: Высш. шк., 2000 (Выборочно по разделам)</p> <p>А. А. Головков, И. Ю. Пивоваров, И. Р. Кузнецов. . Компьютерное моделирование и проектирование радиоэлектронных средств: СПб.: Питер, 2015 (Выборочно по разделам)</p> <p>А. Б. Шеин, Н. М. Лазарева. . Методы проектирования электронных устройств: Москва: Инфра-Инженерия, 2013 (Выборочно по разделам)</p>	6
Итого по разделу 4		8
Раздел 5. Компьютерное проектирование и моделирование РЭС в среде National Instruments Multisim.		
Повторение лекционного материала.	<p>П. А. Галайдин, Ю. Н. Мустафаев. . Моделирование электронных схем в пакете Multisim: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Выборочно по разделам)</p>	4
Подготовка к практическим занятиям.	<p>Л. А. Чередниченко, Ю. Н. Мустафаев, С. А. Гусев. . Исследование электрических цепей с помощью пакета Multisim: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Выборочно по разделам)</p>	4
Подготовка к лабораторным занятиям, оформление отчетов.	<p>Э. А. Бесперстов. . Моделирование цифровых устройств в среде Multisim 7: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Выборочно по разделам)</p>	4
Оформление пояснительных записок, подготовка к защите КП.	<p>О. В. Алексеев, А. А. Головков, И. Ю. Пивоваров. . Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств: М.: Высш. шк., 2000 (Выборочно по разделам)</p>	20
Итого по разделу 5		32

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- коллоквиум;
- курсовой проект;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- тест;
- лабораторная работа;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Коллоквиум

Проводится в устной форме. На коллоквиум выносится часть материала дифференцированного зачёта; оценка за коллоквиум учитывается при выставлении оценки по итогам промежуточного контроля в виде дифференцированного зачёта.

Примеры вопросов, выносимых на коллоквиум:

1. Принципы построения САПР.
2. Функциональное моделирование, схемотехническое моделирование РЭС.
3. Моделирование переходных процессов в электрических цепях.
4. Моделирование аналоговых и цифровых РЭС с помощью матриц.
5. Основные положения компьютерного моделирования и проектирования РЭС.

Ответ оценивается преподавателем по четырёхбалльной системе; оцениваются корректность и полнота ответа.

Оценка выставляется согласно следующим критериям:

«отлично» - глубокое усвоение материала - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении вопроса, правильно обоснованные решения, владение разносторонними навыками и приемами;

«хорошо» - знание программного материала - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач;

«удовлетворительно» - усвоение основного материала - при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении материала, затруднения в выполнении практических заданий;

«неудовлетворительно» - незнание материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ.

По результатам сдачи обучающимся коллоквиума преподаватель выставляет оценку согласно вышеуказанным критериям, при этом контрольное мероприятие считается успешно пройденным в случае получения обучающимся оценки не ниже, чем "удовлетворительно".

Курсовой проект

Перечень тем курсовых проектов:

- 1) Моделирование параллельного и последовательного колебательных контуров.
- 2) Моделирование переходных процессов в RC-, RL- и RLC-цепях.
- 3) Моделирование одно-, двухполупериодных одно- и многофазных выпрямителей.
- 4) Моделирование транзисторного усилителя.
- 5) Моделирование усилителя на операционном усилителе.

6) Моделирование генератора импульсов, колебаний.

Вариативность КП определяется возможностью выбора конкретных исходных данных в широких пределах. Кроме того, учитывая подготовленность учащихся и возможное изменение сложности выполнения КП в зависимости от исходных данных предполагается, что темы могут быть разделены на составные части между отдельными студентами для стимулирования коллективной работы.

Курсовой проект представляется в печатной форме. Основными критериями оценки качества курсового проекта являются:

- актуальность и практическая значимость темы исследования;
- соблюдение графика выполнения курсового проекта;
- соответствие работы заявленной теме и выданному заданию;
- полнота и качество содержания;
- обобщения фактических данных;
- соответствие оформления курсового проекта установленным требованиям;
- чёткость и грамотность изложения материала;
- чёткость доклада при защите курсового проекта;
- глубина и правильность ответов на замечания руководителя и вопросы членов комиссии.

Контроль текущего выполнения разделов курсового проекта проводится еженедельно в течение семестра.

Требования к выполнению курсового проекта:

- объём не менее 15 страниц печатного текста (без учёта титульного листа, приложений, списка использованных источников и оглавления),
- обязательно включение в состав отчёта 5-8 рисунков (чертежей, схем, графиков и т.д.),
- разработка презентации к защите отчёта из 5-8 слайдов,
- обязательно использование в процессе выполнения не менее трёх отечественных и одного зарубежного источников информации, опубликованных в последние 10 лет,
- остальные требования к оформлению согласно действующему на момент выполнения внутреннего нормативного документа, регламентирующего содержание, оформление, организацию выполнения и защиту. При отсутствии выполняется согласно ГОСТ Р 2.105, ГОСТ 7.32, ГОСТ 2.701, ГОСТ 2.501.

Защита курсового проекта проходит в форме доклада обучающегося о выполненной работе и демонстрации графического материала проекта комиссии.

Результаты защиты курсовых проектов определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «не защитил». Курсовой проект оценивается членами комиссии в день защиты.

Оценка «отлично» выставляется за курсовой проект, который носит исследовательский характер, имеет грамотно изложенную теоретическую главу, глубокий анализ, логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными предложениями, имеющими практическую значимость. Произведённые расчёты выполнены правильно и в полном объёме. Работа выполнена в установленный срок, грамотным языком. Оформление соответствует действующим стандартам, сопровождается достаточным объёмом табличного и графического материала.

При защите курсового проекта обучающийся показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, а во время доклада использует наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.), даёт чёткие и аргументированные ответы на вопросы, заданные членами комиссии.

Оценка «хорошо» выставляется за курсовой проект, который носит исследовательский характер, имеет грамотно изложенную теоретическую главу, проведён достаточно подробный анализ, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако анализ источников неполный, выводы недостаточно аргументированы, в структуре и содержании работы есть отдельные погрешности, не имеющие принципиального характера.

При защите курсового проекта студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, во время доклада использует наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.) или раздаточный материал, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за курсовой проект, который носит исследовательский или описательный характер, имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, однако просматривается непоследовательность изложения материала, анализ источников подменен библиографическим обзором, документальная основа работы представлена недостаточно. Проведённое исследование содержит поверхностный анализ, выводы неконкретны, рекомендации слабо

аргументированы, в оформлении работы имеются погрешности, сроки выполнения работы нарушены. При защите курсового проекта студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда даёт исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы.

Оценка «не защитил» выставляется за курсовой проект, который не соответствует заявленной теме, не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических указаниях. Выводы не соответствуют изложенному материалу или отсутствуют. При защите курсового проекта обучающийся затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки. При защите не используются наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.).

Вопросы к дифференцированному зачету

Перечень выносимых на дифференцированный зачёт вопросов приведён в материалах учебно-методического комплекса.

Тест

Тестовые задания (10 вопросов, 25 минут).

Критерии оценивания – правильные ответы на поставленные вопросы;

показатель оценивания – процент верных ответов на вопросы;

шкала оценивания – выделено 4 уровня освоения компетенций:

- высокий, оценка "отлично", более 80 % правильных ответов;
- достаточный, оценка "хорошо", от 60 до 80 % правильных ответов;
- пороговый, оценка "удовлетворительно" от 50 до 60 % правильных ответов;
- критический, оценка "неудовлетворительно", менее 50 % правильных ответов.

Тестирование необходимо для текущего контроля и формирования рейтинга студента к моменту дифференцированного зачёта. По результатам выполнения обучающимся теста преподаватель выставляет оценку согласно вышеуказанным критериям, при этом контрольное мероприятие считается успешно пройденным в случае получения обучающимся оценки не ниже, чем "удовлетворительно".

Перечень тестовых заданий приведён в материалах учебно-методического комплекса.

Лабораторная работа

На первом занятии для всей группы проводится инструктаж на рабочем месте по правилам соблюдения требований по технике безопасности и о порядке допуска к лабораторным работам. В книге учета первичного инструктажа каждый обучающийся расписывается по факту проведения инструктажа этого вида.

Обучающимся сообщается порядок допуска, выполнения и защиты лабораторных работ. При необходимости группа обучающихся разбивается на бригады по 2-3 человека. Обучающимся выдаются задания и бланки отчетов. Допуском к выполнению ЛР является правильно заполненный бланк отчета. Правильность заполнения бланка отчета и допуск к выполнению работ осуществляет преподаватель. Отчет о ЛР представляется в печатном виде в формате, предусмотренным шаблоном отчета о лабораторной работе.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной обработки результатов измерений,
- отсутствия выводов по работе.

Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Оценка качества выполнения лабораторной работы осуществляется преподавателем по четырёхбалльной системе. В случае, если ответы обучающегося во время защиты соответствуют указанным требованиям, обучающийся получает максимальное количество баллов.

Оцениваются умение применить полученные теоретические знания, соблюдение правил техники безопасности, своевременность выполнения лабораторных работ.

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от "отлично" до "неудовлетворительно" являются:

- небрежное выполнение,
- поверхностные, непродуманные ответы выводы по результатам работы,

- неверные ответы на вопросы преподавателя.

Контрольное мероприятие считается пройденным при отсутствии у обучающегося отметок "неудовлетворительно" за лабораторные работы.

Дифференцированный зачет

.

Вопросы к зачёту оформляются в виде билета. Билет включает в себя два теоретических вопроса и задачу.

Оценка за ответ по билету выставляется согласно следующим критериям:

«отлично» - глубокое усвоение материала - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении вопроса, правильно обоснованные решения, владение разносторонними навыками и приемами;

«хорошо» - знание программного материала - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач;

«удовлетворительно» - усвоение основного материала - при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении материала, затруднения в выполнении практических заданий;

«неудовлетворительно» - незнание материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ.

Итоговая оценка за дифференцированный зачет выводится как арифметическое среднее:

- а) средней оценки по текущему контролю,
- б) средней оценки за защиту лабораторных работ,
- в) средней оценки ответа по билету.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-1.1	ПК-1.3	
4	8	Раздел 1. Общие принципы построения САПР и математическое моделирование компонентов РЭС различного уровня.	10	6	6	0	0	4	20	20	Курсовой проект, Вопросы к дифференцированному зачету, Коллоквиум
4	8	Раздел 2. Функциональное и схемотехническое моделирование РЭС и электромагнитных полей.	10	4	4	0	0	6	20	20	Курсовой проект, Вопросы к дифференцированному зачету, Коллоквиум
4	8	Раздел 3. Моделирование переходных процессов и оптимизация проектных решений.	10	4	4	0	0	6	20	20	Курсовой проект, Тест, Вопросы к дифференцированному зачету, Коллоквиум
4	8	Раздел 4. Моделирование и проектирование аналоговых и цифровых РЭС на основе теории графов и с помощью матриц.	12	4	4	0	0	8	20	20	Курсовой проект, Тест, Вопросы к дифференцированному зачету
4	8	Раздел 5. Компьютерное проектирование и моделирование РЭС в среде National Instruments Multisim.	66	34	8	13	13	32	20	20	Курсовой проект, Тест, Лабораторная работа, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 8 семестр			108	52	26	13	13	56	100	100	
Всего по дисциплине			108	52	26	13	13	56	100	100	

**Оценочные материалы по дисциплине ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ
РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ**

ПК-1.1 - Способен разрабатывать и исследовать электромеханические и электронные автономные системы управления действием высокочастотных объектов в условиях повышенных внешних воздействий

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Объясните, как обратная связь влияет на стабильность и точность усилителей в условиях внешних электромагнитных помех
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Охарактеризуйте особенности проектирования усилителей мощности с учётом тепловых нагрузок и вибраций
- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие
Установите соответствие между типами внешних воздействий и их влиянием на работу РЭС:
- А. Электромагнитные помехи
 - Б. Вибрации
 - В. Температурные колебания
 - Г. Механические удары
1. Сдвиг рабочих точек, перегрев компонентов
 2. Нарушение контактов, микротрещины
 3. Индуцирование наводок и ложных сигналов
 4. Резкое изменение параметров схем
- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие
Соотнесите методы защиты и их назначение
- А. Экранирование
 - Б. Фильтрация
 - В. Термостабилизация
 - Г. Демпфирование
1. Защита от высокочастотных наводок
 2. Выравнивание температурного режима
 3. Гашение вибраций
 4. Устранение высокочастотных помех в питании
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какой эффект позволяет учитывать влияние паразитной ёмкости на входе усилителя?
- А) Эффект Зенера

- Б) Эффект Миллера
- В) Резонансный эффект
- Г) Эффект Холла

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что является основным критерием устойчивости усилителя по Найквисту?

- А) Максимальный коэффициент усиления
- Б) Положение полюсов
- В) Фазовый сдвиг в петле
- Г) Отклик по амплитуде

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что происходит с RC-цепью при резком отключении напряжения питания?

- А) Восстановление напряжения
- Б) Стабилизация выходного сигнала
- В) Разряд через резистор
- Г) Увеличение ёмкости

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Что можно использовать для анализа переходных процессов в аналоговых цепях?

- А) Метод Рунге-Кутты
- Б) Метод Эйлера
- В) Метод Гаусса
- Г) ОДУ первого порядка

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите этапы анализа переходных процессов в RC-цепи при включении питания:

1. Определение начальных условий
2. Построение схемы
3. Составление дифференциального уравнения
4. Выбор метода численного решения
5. Интерпретация результатов

№ 10 Прочитайте текст и установите последовательность

Упорядочите этапы проектирования усилителя мощности для высокочастотной автономной системы:

1. Постановка технического задания
2. Выбор схемотехнического решения
3. Расчет параметров
4. Моделирование и проверка
5. Тестирование в условиях внешних воздействий
6. Макетирование и отладка

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие факторы необходимо учитывать при проектировании усилителя в условиях вибраций?

- А) Массу корпуса
- Б) Крепление компонентов
- В) Наличие цифровой логики
- Г) Тип транзистора

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие методы применяются для защиты РЭС от ЭМП?

- А) Экранирование
- Б) Заземление
- В) Использование варисторов в АЦП
- Г) Фильтрация

ПК-1.3 - Способен разрабатывать информационно-измерительные компоненты автономных информационных и управляющих систем

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Объясните, в чём заключается принцип работы схемы измерения сопротивления с помощью мостовой схемы

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие физические принципы лежат в основе измерения температуры в электронной системе и как они реализуются в РЭС?

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой датчик наиболее часто применяется для измерения магнитного поля?

- А) Оптрон
- Б) Термопара
- В) Холловский датчик
- Г) Фотоэлемент

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что делает компаратор в измерительной схеме?

- А) Усиливает сигнал
- Б) Сравнивает два сигнала и выдаёт логический уровень
- В) Понижает напряжение
- Г) Преобразует ток в напряжение

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой элемент используется для преобразования аналогового сигнала в цифровой?

- А) ОУ
- Б) Мультиплексор
- В) АЦП
- Г) Делитель напряжения

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие из следующих методов применяются для фильтрации шумов в измерительных системах?

- А) RC-фильтры
- Б) Цифровая фильтрация
- В) Варисторы
- Г) Использование экранирования

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие требования предъявляются к операционному усилителю в схеме измерения слабых сигналов?

- А) Низкий уровень шумов

- Б) Высокий коэффициент усиления
- В) Высокое входное сопротивление
- Г) Большая выходная ёмкость

№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между типами датчиков и измеряемыми величинами:

- А. Терморезистор
- Б. Холловский датчик
- В. Струнный тензодатчик
- Г. Фотоэлемент

1. Температура
2. Механическое напряжение
3. Световой поток
4. Магнитное поле

№ 9 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите схемные элементы и их функции в измерительной системе:

- А. Операционный усилитель
- Б. АЦП
- В. Делитель напряжения
- Г. Опорное напряжение

1. Усиление слабого сигнала
2. Преобразование аналогового сигнала в цифровой
3. Задание базового уровня для точности измерений
4. Понижение уровня сигнала

№ 10 Прочитайте текст и установите последовательность

Упорядочите этапы преобразования сигнала от датчика до цифровой обработки:

1. Преобразование в напряжение
2. Измерение аналоговой величины датчиком
3. Усиление и фильтрация
4. Аналого-цифровое преобразование
5. Обработка микроконтроллером

№ 11 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите по порядку этапы проектирования схемы измерения тока с помощью шунта:

1. Выбор сопротивления шунта
2. Расчёт усилителя сигнала
3. Построение схемы подключения
4. Учет диапазона АЦП

5. Проверка на перегрузку

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие физические величины можно измерять в составе информационно-измерительных компонентов?

- А) Температуру
- Б) Количество витков в катушке
- В) Давление
- Г) Освещенность