

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 01.09.2023 13:34:55
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02a09e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования**

«Московский политехнический университет»



УТВЕРЖДЕНО

Декан факультета

Информационных технологий

[Signature] / Демидов Д.Г. /

«27» апреля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы автоматизированного проектирования электронных устройств»

Направление подготовки

27.04.04 «Управление в технических системах»

Образовательная программа (профиль подготовки)

«Беспилотная робототехника и эргономика»

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

Очная

Год приема – 2022

Москва 2022 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

К **основным целям** освоения дисциплины «Системы автоматизированного проектирования электронных устройств» относится:

- формирование у студентов навыков имитационного моделирования электронных устройств;
- формирование у студентов навыков схемотехнического проектирования электронных устройств;
- формирование у студентов навыков проектирования печатных плат;
- закрепление получаемых знаний и навыков на практике.

К **основным задачам** дисциплины относятся:

- ознакомление студента с современными методами имитационного моделирования электронных устройств;
- ознакомление студента с современными методами схемотехнического проектирования электронных устройств;
- ознакомление студента с современными методами схемотехнического проектирования печатных плат;
- формирование у студента навыка использования современного интегрированного программного обеспечения для проектирования электронных устройств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина относится к числу учебных дисциплин вариативной части основной образовательной программы магистратуры.

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со всеми остальными дисциплинами и практиками ООП.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций.

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
-----------------	---	---

УК-5	Способностью управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p>ЗНАТЬ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Структуру и состав технической документации на электронные устройства; <p>УМЕТЬ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Оформлять техническую документацию на электронные устройства; <p>ВЛАДЕТЬ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Навыками оформления технической документации в современном интегрированном программном обеспечении для проектирования электронных устройств
ПК-2	Способностью исследовать, разрабатывать и эксплуатировать средства и системы автоматизации и управления различного назначения, в том числе жизненным циклом продукции и ее качеством	<p>ЗНАТЬ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Современные методы имитационного моделирования электронных устройств; • Современные методы схмотехнического проектирования электронных устройств; • Современные методы проектирования печатных плат. <p>УМЕТЬ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Моделировать электронные устройства; • Проектировать электрические схемы электронных устройств. • Проектировать печатные платы. <p>ВЛАДЕТЬ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Навыками работы в современном интегрированном программном обеспечении для проектирования электронных устройств

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, т.е. 72 академических часов (из них 38 часов – самостоятельная работа студентов).

На втором курсе, третьем семестре, выделяется 2 зачетных единицы, т.е. 72 академических часа (из них 38 часов – самостоятельная работа студентов).

Структура и содержание дисциплины по срокам и видам работы отражены в приложении.

Содержание дисциплины

Тема 1. Программное обеспечение для проектирования электронных устройств

Обзор программного обеспечения для автоматизации проектирования электроники. ПО для схемотехнического проектирования. ПО для имитационного моделирования. ПО для расчета отдельных электронных узлов. Интегрированные САПР.

Тема 2. Введение в интегрированные САПР для проектирования электронных устройств

Введение в САПР Altium Designer. Обзор основных возможностей. Процесс проектирования.

Тема 3. Использование основных модулей САПР Altium Designer

Схемный редактор. Библиотеки схемных компонентов. Модели электронных компонентов. SPICE симуляция.

Тема 4. Корпуса современных радиоэлементов.

Корпуса пассивных и активных радиоэлементов. Технологии монтажа. Этапы развития корпусов для поверхностного монтажа.

Тема 5. Технологии производства печатных плат

Обзор технологий производства печатных плат. Материалы. Классы точности. Технологические ограничения при проектировании печатных плат.

Тема 6. Многослойные печатные платы

Компоновка слоев многослойных печатных плат. Компоновка сигнальных слоев. Компоновка слоев питания.

Тема 7. Принципы трассировки печатных плат

Основные аспекты трассировки печатных плат. Разделение земель. Блокировочные конденсаторы. Наводки и помехи.

Тема 8. Трассировка источников питания

Разработка линейных источников питания. Разработка импульсных источников питания. Повышающие и понижающие преобразователи.

Тема 9. Линии передачи

Трассировка высокоскоростных сигналов. Линии передачи. Волновое сопротивление. Согласование сопротивлений. Линии передачи в печатных платах.

Тема 10. Дифференциальная передача сигналов

Дифференциальные пары. Выравнивание длин сигналов. Дифференциальное и синфазное сопротивление. Трассировка дифференциальных пар.

Тема 11. Тепловые расчеты

Основы тепловых расчетов. Термическое сопротивление.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Методика преподавания дисциплины и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков у обучающихся:

- выполнение лабораторных работ в лабораториях вуза;
- посещение лекций;
- посещение семинаров и практических занятий;
- индивидуальные и групповые консультации студентов с преподавателем;
- посещение профильных конференций и работа на мастер-классах экспертов и специалистов.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов состоит из выполнения, подготовки к занятиям, а также подготовки к промежуточной аттестации во время экзаменационной сессии.

**6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ
УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ
ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций.

- В третьем семестре: выполнение лабораторных работ, экзамен.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции – см. п. 3 данной Рабочей программы. В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

УК-5 - Способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла; ПК-2 - Способность исследовать, разрабатывать и эксплуатировать средства и системы автоматизации и управления различного назначения, в том числе жизненным циклом продукции и ее качеством				
Показатель:	Критерии оценивания			
	Допороговое значение	Пороговое значение		
	2	3	4	5
ЗНАТЬ – см. п. 3 рабочей программы дисциплины.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие указанных в п.3. знаний.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие указанных в п.3. знаний. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие указанных в п.3. знаний. Но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие указанных в п.3. знаний. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
УМЕТЬ –	Обучающийся не умеет или в	Обучающийся демонстрирует	Обучающийся демонстрирует	Обучающийся демонстрирует

см. п. 3 рабочей программы дисциплины.	недостаточной степени демонстрирует указанные в п.3. умения.	неполное соответствие указанные в п.3. умений. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	частичное соответствие указанные в п.3. умений. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	полное соответствие указанные в п.3. умений. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
ВЛАДЕТЬ – см. п. 3 рабочей программы дисциплины.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет указанными в п. 3 индикаторами.	Обучающийся в неполном объеме владеет указанными в п. 3 индикаторами. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет указанными в п. 3 индикаторами. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет указанными в п. 3 индикаторами. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

6.1.3. Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ: ЭКЗАМЕН.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по

дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Среднее значение для всех формируемых на момент проведения аттестации уровней компетенций – 5. Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Среднее значение для всех формируемых на момент проведения аттестации уровней компетенций – 4. Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Среднее значение для всех формируемых на момент проведения аттестации уровней компетенций – 3. Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не достигнуто пороговое значение хотя бы для одного уровня формируемых на момент проведения аттестации компетенций. Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в Приложении к рабочей программе.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Основная литература

1. Новиков, Ю. В. Основы микропроцессорной техники / Новиков Ю. В., Скоробогатов П. К. - Москва: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. (Основы информационных технологий) - ISBN 978-5-9963-0023-5. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996300235.html>
2. Яцук, А. Н. Система автоматизированного проектирования Altium Designer. Практикум: учеб. пособие / А. Н. Яцук, Ю. С. Сычёва - Минск: РИПО, 2018. - 142 с. - ISBN 978-985-503-781-2. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789855037812.html>

7.2. Дополнительная литература

1. Лопаткин, А. Проектирование печатных плат в системе Altium Designer: учеб. пособие для практических занятий / Лопаткин А. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: ДМК Пресс, 2017. - 554 с. - ISBN 978-5-97060-509-7. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970605097.html>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Требования к оборудованию и помещению для занятий

Лекционные занятия должны проводиться в специализированных аудиториях с комплектом мультимедийного оборудования и/или доской для записей материалов. Число рабочих мест в аудитории должно быть достаточным для обеспечения индивидуальной работы студентов.

Семинарские занятия должны проводиться в специализированных аудиториях с комплектом мультимедийного оборудования и/или доской для записей материалов. Число рабочих мест в аудитории должно быть достаточным для обеспечения индивидуальной работы студентов.

8.2 Требования к программному обеспечению

Для выполнения лабораторных работ и самостоятельной работы необходимо следующее программное обеспечение:

1. Microsoft windows.
2. Офисные приложения – Microsoft Office.

Для проведения лекционных и практических занятий специального программного обеспечения для освоения дисциплины не требуется.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Изучение дисциплины осуществляется в строгом соответствии с целевой установкой в тесной взаимосвязи с учебным планом.

В процессе самостоятельной работы студенты закрепляют и углубляют знания, полученные во время аудиторных занятий, готовятся к промежуточной аттестации, а также самостоятельно изучают отдельные темы учебной программы.

На занятиях студентов, в том числе предполагающих практическую деятельность, осуществляется закрепление полученных, в том числе и в процессе самостоятельной работы, знаний. Особое внимание обращается на развитие умений и навыков установления связи положений теории с профессиональной деятельностью будущего специалиста.

Самостоятельная работа осуществляется индивидуально. Контроль самостоятельной работы организуется в двух формах:

- самоконтроль и самооценка студента;
- контроль со стороны преподавателей (текущий и промежуточный).

Текущий контроль осуществляется на аудиторных занятиях, промежуточный контроль осуществляется на зачете и/или экзамене в письменной (устной) форме.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность компетенций;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

1. При подготовке к занятиям следует предварительно проработать материал занятия, предусмотрев его подачу точно в отведенное для этого время занятия. Следует подготовить необходимые материалы – теоретические сведения, задачи и др. При проведении занятия следует контролировать подачу материала и решение заданий с учетом учебного времени, отведенного для занятия.

2. При проверке работ и отчетов следует учитывать не только правильность выполнения заданий, но и оптимальность выбранных методов решения, правильность выполнения всех его шагов.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным стандартом высшего образования по направлению подготовки магистров **27.04.04 «Управление в технических системах»**.


Программу составил:

Руководитель образовательной программы

 /Таратонов И.А./

Программа утверждена на заседании кафедры «СМАРТ-Технологии» «26» апреля 2022 г, протокол № 8.

И.о. заведующего кафедрой

 / Береснева Я.В./

**Структура и содержание дисциплины «Системы автоматизированного проектирования»
по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах»
(магистратура)**

№	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды сам	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.
Третий семестр										
1.1	Тема 1. Обзор программного обеспечения для автоматизации проектирования электроники. Лекция	3	1	2			2			
1.2	Тема 2. Введение в САПР Altium Designer. Лекция	3	2	2			2			
1.3	Тема 3. Создание схемной библиотеки. Задание SPICE моделей. Лабораторная работа.	3	3-4			2	4			
1.4	Тема 5. Корпуса современных радиоэлементов. Технологии монтажа. Лекция.	3	5	2			2			
1.5	Тема 6. Технологии производства печатных плат. Лекция.	3	6	2			4			
1.6	Тема 8. Создание РСВ библиотеки. Лабораторная работа.	3	7-8			4	4			

1.9	Тема 9. Задание правил проектирования печатной платы. Лабораторная работа.	3	9-10			4	4			
1.10	Тема 10. Трассировка печатной платы. Лабораторная работа.	3	11-12			6	4			
1.11	Тема 1. Компоновка слоев многослойных печатных плат. Лекция.	3	13	2			4			
1.12	Тема 2. Разработка линейных источников питания. Лекция.	3	14-15	2			4			
2.3	Тема 3. Разработка импульсных источников питания. Лекция.	3	16	2			4			
2.5	Тема 5. Трассировка источников питания. Лабораторная работа.	3	17-18			4				
	Форма аттестации		19-21							
	Всего часов по дисциплине в третьем семестре			14		20	38			
	ВСЕГО ЧАСОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ			14		20	38			

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Системы автоматизированного проектирования электронных устройств»

1. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ДИСЦИПЛИНЕ

1. Имитационное моделирование электронных схем. SPICE модели.
2. Корпуса пассивных радиоэлементов.
3. Корпуса активных радиоэлементов.
4. Печатные платы. Базовые материалы и технология производства.
5. Базовые принципы трассировки печатных плат.
6. Преимущества и недостатки одно, двух и многослойных печатных плат.
7. Компоновка слоев многослойных печатных плат.
8. Компоновка слоев заземления.
9. Блокировочные конденсаторы. Подключение выводов компонентов.
10. Петлевые и щелевые антенны. Взаимное влияние проводников.
11. Процесс проектирования печатных плат в современных САПР.
12. Задание правил проектирования печатных плат. Факторы, влияющие на правила проектирования.
13. Линейные регуляторы напряжения. Преимущества и недостатки.
14. Импульсный понижающий преобразователь. Принцип работы.
15. Импульсный повышающий преобразователь. Принцип работы.
16. Линии передачи. Волновое сопротивление.
17. Линии передачи. Согласование сопротивлений.
18. Линии передачи. Рассогласованная нагрузка. Нагрузка холостого хода и короткого замыкания.
19. Дифференциальная передача сигналов.
20. Согласование сопротивлений в дифференциальных линиях передачи.
21. Реализация линий передачи в печатных платах.
22. Основы тепловых расчетов. Термическое сопротивление.

2. ТИПОВОЕ ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

В САПР Altium Designer создать библиотеку электронных компонентов, добавить в нее электронные компоненты. Добавить SPICE модели для имитационного моделирования. Осуществить ввод электрической принципиальной схемы в схемном редакторе. Провести имитационное моделирование полученной схемы. Задать правила проектирования для печатной платы. Выполнить трассировку печатной платы. Сгенерировать файлы для производства.