

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
Учреждение высшего образования**

**«Российский университет транспорта (МИИТ)»  
РУТ (МИИТ)**

**Центр «Высшая школа педагогического мастерства»**

УТВЕРЖДАЮ Первый проректор



В.В. Виноградов

М.П.

«08» июля 2019 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
повышения квалификации**

**«Электроника. Продвинутый уровень»**

(по направлению подготовки - 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»)

Москва 2019 г.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа повышения квалификации «Электроника. Продвинутый уровень» (далее - программа) разработана в соответствии с требованиями приказа Минобрнауки России от 01.07.2013 № 499 (в ред. от 15.11.2013) с учетом потребности Российского университета транспорта (МИИТ) в дополнительном профессиональном образовании профессорско-преподавательского состава и работников, в чьи компетенции входят вопросы использования информационных технологий.

Содержание программы соответствует нормам Трудового кодекса Российской Федерации, нормативных актов Российской Федерации, локальных актов РУТ (МИИТ).

Программа разрабатывалась на основании установленных квалификационных требований по должностям, указанных в Квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и других служащих, утвержденном постановлением Минтруда России от 21.08.1998 № 37 (в ред. от 12.02.2014), и требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» (уровень магистратуры), утвержденного приказом Минобрнауки России от 21.11.2014 № 1491, к результатам освоения образовательных программ.

## ЦЕЛЕВАЯ УСТАНОВКА

### **Цель обучения:**

- научить обучающихся разрабатывать электронные устройства (собирать прототипы, тестировать и совершенствовать);
- повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.

**Категория слушателей:** лица, имеющие высшее образование.

**Должностные категории слушателей:** учителя школ, гимназий.

**Форма обучения:** очная.

**Трудоемкость программы:** 36 ак. часа

**Сроки освоения программы:** 6 календарных дней

**Режим занятий:** 6 ак. часов в день.

№ п/п	Компетенция	Направление подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» Магистратура Код компетенции
1	способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных технологий	ПК – 3
2	способностью участвовать в разработке конструкторской и проектной документации мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями	ПК – 10

### **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

В ходе обучения дать слушателям теоретические знания и практические навыки в области проектирования и создания электрических устройств различной сложности и грамотной их эксплуатации, результатом получения которых будет совершенствование следующих необходимых для выполнения должностных обязанностей компетенций:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных	Знать: принцип работы мехатронных и робототехнических систем
		Уметь: применять современные информационные технологии при разработке макетов мехатронных и робототехнических систем
		Владеть: навыками разработки мехатронных и робототехнических систем.

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
	информационных технологий (ПК-3);	
2	способностью участвовать в разработке конструкторской и проектной документации мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями (ПК-10)	Знать: состав конструкторской и проектной документации мехатронных и робототехнических систем, технические условия и стандарты
		Уметь: пользоваться стандартами при разработке документации мехатронных и робототехнических систем
		Владеть: навыками оформления конструкторской и проектной документации мехатронных и робототехнических систем

### УЧЕБНЫЙ (ТЕМАТИЧЕСКИЙ) ПЛАН

№ п/п	Наименование разделов и тем	Трудоемкость, ак. час.	Из них занятия				Формы контроля
			Лекционного типа	Семинарского типа	Практического типа	Консультационного типа	
<b>1.</b>	<b>Прикладное применение типовых решений для разработки электронных устройств</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	-	<b>4</b>	-	-
1.1	Техническая документация.	2	2	-	-	-	-
1.2	Типовые электрические схемы. Условно-графические обозначения.	2	2	-	-	-	-
1.3	Практическое применение и схемы	4	1	-	3	-	-

№ п/п	Наименование разделов и тем	Трудоемкость, ак. час.	Из них занятия				Формы контроля
			Лекционного типа	Семинарского типа	Практического типа	Консультационного типа	
	подключения базовых электронных устройств. Реализация логических функций.						
1.4	Операционные усилители. Типовые схемы.	2	1	-	1	-	текущий контроль
<b>2.</b>	<b>Разработка принципиальных электрических схем</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
2.1	Электрические двигатели и преобразователи.	4	1	-	3	-	-
2.2	Разработка принципиальных электрических схем в пакетах прикладных программ (на примере DesignSpark Electrical).	4	1	-	3	-	-
<b>3.</b>	<b>Разработка печатных плат электронных устройств</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
3.1	Разработка печатных плат	4	1	-	3	-	текущий контроль

№ п/п	Наименование разделов и тем	Трудоемкость, ак. час.	Из них занятия				Формы контроля
			Лекционного типа	Семинарского типа	Практического типа	Консультационного типа	
	в пакетах прикладных программ (на примере KiCAD).						
4.	<b>Разработка прикладных программ для электронных устройств</b>	12	4	-	8	-	-
4.1.	Микроконтроллерная плата, программируемый логический контроллер и программируемое реле.	2	1	-	1	-	-
4.2	Входы и выходы контроллера. Защита.	2	1	-	1	-	-
4.3	Разработка и программирование электронных устройств на основе микроконтроллерной платы (Arduino, Iskra JS). Подключение внешних устройств.	4	1	-	3	-	-

№ п/ п	Наименование разделов и тем	Трудо- емкост ь, ак. час.	Из них занятия				Формы контроля
			Лек- цион- ного типа	Семин ар- ского типа	Прак- тичес- кого типа	Кон- сульта- ци- онного типа	
4.4	Разработка и программирование электронных устройств на основе программируемого логического устройства (Овен, Logo). Подключение внешних устройств.	4	1	-	3	-	текущий контроль
<b>5.</b>	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>2</b>	-	-	<b>2</b>	-	<b>зачет</b>
	<b>ИТОГО</b>	<b>36</b>	<b>13</b>	-	<b>23</b>	-	

## КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела	Учебные дни						ИТОГО
		Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6	
1	Прикладное применение типовых решений для разработки электронных устройств	2	2					4
2	Разработка принципиальных электрических схем	2	2	2				6
3	Разработка печатных плат электронных устройств	2	2	4	2			10
4	Разработка прикладных программ для электронных устройств				4	6	4	14
5	Итоговая аттестация						2	2
	<i>Всего часов</i>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>36</b>

### УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

Темы	Виды учебных занятий, ак.час	Содержание
<b>Раздел 1. Прикладное применение типовых решений для разработки электронных устройств</b>		
Тема 1. Техническая документация.	Лекция, 2 ак. часа	Состав проектной документации и ее подготовка в среде автоматизированного проектирования. Состав конструкторской документации проекта и требования к ней, задачи конструирования.
Тема 2. Типовые электрические схемы. Условно-графические обозначения.	Лекция, 2 ак. часа	Источники питания. Системы электроснабжения. Структура электрических схем. Типовые решения в электрических схемах.



Темы	Виды учебных занятий, ак. час	Содержание
Тема 3. Практическое применение и схемы подключения базовых электронных устройств. Реализация логических функций.	Лекция, 1 ак. час	Назначение базовых устройств – резистора, конденсатора, катушки индуктивности, реле, диода, транзистора, симистора, фильтров, выпрямителей.
	Практическое занятие, 3 ак. часа	Практическое применение и схемы подключения резистора, конденсатора, катушки индуктивности, реле, диода, транзистора, симистора, фильтров, выпрямителей. Построение логических функции на основе релейно-контакторных элементов и транзисторно-транзисторной логики. Гальваническая развязка.
Тема 4. Операционные усилители. Типовые схемы.	Лекция, 1 ак. час	Принцип работы операционных усилителей.
	Практическое занятие, 1 ак. час	Применение операционных усилителей.
<b>Раздел 2. Разработка принципиальных электрических схем</b>		
Тема 1. Электрические двигатели и преобразователи.	Лекция, 1 ак. час	Принцип работы электрических двигателей. Преобразователи для электрических двигателей.
	Практическое занятие, 3 ак. час	Драйвер и шаговый двигатель. Частотный преобразователь и

Темы	Виды учебных занятий, ак. час	Содержание
		двигатель переменного тока. Тиристорный преобразователь и двигатель постоянного тока.
Тема 2. Разработка принципиальных электрических схем в пакетах прикладных программ (на примере DesignSpark Electrical).	Лекция, 1 ак. час	Структура проекта. Библиотека элементов. Правила создания принципиальных электрических схем.
	Практическое занятие, 3 ак. час	Работа в DesignSpark Electrical. Освоение базовых приемов – перекрестная ссылка, ссылка с листа на лист, обозначение расположения и функции элемента, добавление элемента «черного ящика», клеммы, нумерация проводников, экспорт в pdf и dxf.
<b>Раздел 3. Разработка печатных плат электронных устройств</b>		
Тема 1. Разработка печатных плат в пакетах прикладных программ (на примере KiCAD).	Лекция, 1 ак. час	Структура систем автоматизированного проектирования электронных устройств. Элементная база электронной аппаратуры, конструктивные особенности корпусов элементов. Структура проекта. Графический редактор. Редактор печатных плат.
	Практическое занятие, 3 ак. час	Работа в KiCAD. Освоение базовых приемов – создание новых компонентов, контроль правильности

Темы	Виды учебных занятий, ак. час	Содержание
		ввода компонентов и соединений, создание файла списка соединений, правила размещения компонентов на печатной плате, выбор атрибутов проводников, слоев, переходных отверстий, трассировка, создание посадочных мест, визуализация печатной платы.
<b>Раздел 4. Разработка прикладных программ для электронных устройств</b>		
Тема 1. Микроконтроллерная плата, программируемый логический контроллер и программируемое реле.	Лекция, 1 ак. час	Сравнение и области применения микроконтроллерной платы, программируемого логического контроллера и программируемого реле. Среда программирования.
	Практическое занятие, 1 ак. час	Сравнение в подключении и программировании микроконтроллерной платы, программируемого логического контроллера и программируемого реле. Сравнения сред разработок.
Тема 2. Входы и выходы контроллера. Защита.	Лекция, 1 ак. час	Входные и выходные каскады контроллеров. Виды защит контроллера. Обязка контроллера.

Темы	Виды учебных занятий, ак. час	Содержание
	Практическое занятие, 1 ак. час	Разработка входных и выходных каскадов в KiCAD.
Тема 3. Разработка и программирование электронных устройств на основе микроконтроллерной платы (Arduino, Iskra JS). Подключение внешних устройств.	Лекция, 1 ак. час	Принципы разработки и программирования. Подключение цифровых и аналоговых сигналов.
	Практическое занятие, 3 ак. час	Разработка прикладной программы. Использование библиотек.
Тема 4. Разработка и программирование электронных устройств на основе программируемого логического устройства (Овен, Logo). Подключение внешних устройств.	Лекция, 1 ак. час	Принципы разработки и программирования. Подключение цифровых и аналоговых сигналов.
	Практическое занятие, 3 ак. час	Разработка прикладной программы. Использование библиотек.
Итоговая аттестация:	2 ак. часа	Зачет

## **ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ**

Реализация учебной программы осуществляется в полном соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации в области образования, нормативными правовыми актами, регламентирующими данное направление деятельности.

### **Требования к квалификации педагогических кадров, представителей предприятий и организаций, обеспечивающих реализацию образовательного процесса**

Реализация образовательного процесса обеспечивается высококвалифицированным профессорско-преподавательским составом, имеющим высшее образование и отвечающим квалификационным требованиям, указанным в Едином квалификационном справочнике, утвержденном приказом Минздравсоцразвития России от 11.01.2011 № 1н, требованиям профессионального стандарта «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного

профессионального образования», утвержденного приказом Минтруда России от 08.09.2015 № 608н, научными работниками, руководителями и специалистами профильных организаций и предприятий, имеющими большой опыт практической работы (свыше 5-ти лет) в области профессиональной деятельности, соответствующей направленности программы.

Количественно-качественная характеристика педагогических кадров, обеспечивающих образовательный процесс, отражена в следующей таблице:

Заведующие кафедрами, профессора (имеющие ученую степень и/или ученое звание)	Доценты, старшие преподаватели, (имеющие ученую степень и/или ученое звание)	Научные работники	Руководители и специалисты организаций и предприятий транспорта	Иные категории преподавательского состава
	доцент			ассистент

#### **Требования к материально-техническим, информационным и учебно-методическим условиям**

При обучении необходимо применять различные виды занятий, используя при этом нижеуказанные обучающие технические комплексы, программы и иные средства, способствующие лучшему теоретическому и практическому усвоению программного материала:

№ п/п	Наименование технического средства обучения, программного продукта	Количество технических средств обучения и программных продуктов	Количество мест для слушателей	Год выпуска	Примечание
<b>1. Технические комплексы (средства)</b>					
1.1	Персональный компьютер с процессором	10	10	-	-

№ п/п	Наименование технического средства обучения, программного продукта	Количество технических средств обучения и программны х продуктов	Количество мест для слушателей	Год выпуска	Примечание
	Intel Pentium не ниже 1,5 ГГц, RAM не менее 4Гб, свободное место на жестком диске, достаточное для установки пакетов прикладных программ, видеокарта 800х600 (65000 цветов), сетевая карта 100/1000 Мб. Компьютер должен быть подключен к сети Internet по протоколу TCP/IP				
1.2	Монитор не менее 17", поддерживающи й разрешение экрана не ниже 1024х768	10	10	-	-
1.3	Наборы (микроконтрол- лерными платы, программируемы й логический контроллер,	10	-	-	-

№ п/п	Наименование технического средства обучения, программного продукта	Количество технических средств обучения и программных продуктов	Количество мест для слушателей	Год выпуска	Примечание
	программируемое реле)				
1.5	Мультиметр	10	-	-	-
<b>2. Пакеты прикладных программ</b>					
2.1	DesignSpark Electrical	10	-	2018	-
2.2	Kicad	10	-	2019	-
2.3	MS Office Word 2003/2007/2010	10	-	2003/ 2007/ 2010	-
2.4	Adobe Acrobat	10	-	-	актуальный релиз
2.5	Плагин браузера Adobe Flash Player	10	-	-	актуальный релиз
2.6	Архиватор файлов WinZip/WinRar	10	-	-	-

### **Общие требования к организации образовательного процесса**

Этапы формирования компетенций:

- формирование базы знаний (учебно-методическая помощь, текущий контроль);
- формирование навыков практического использования знаний (практические занятия);
- проверка усвоения материала (итоговая аттестация).

Учебно-методическая помощь обучающимся оказывается профессорско-преподавательским составом путем консультаций.

Практические задания выполняются слушателем в учебных аудиториях РУТ (МИИТ) с применением необходимого оборудования.

Обучение завершается итоговой аттестацией. К итоговой аттестации допускаются слушатели, освоившие учебный план в полном объеме.

Итоговая аттестация проводится комиссией в составе не менее 2-х человек путем объективной и независимой оценки качества подготовки обучаемых.

Для прохождения **итоговой аттестации** необходимо:

- изучить материал всех разделов программы;
- защитить практическое задание.

## **ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**Форма текущего контроля** – устный опрос.

**Критерии оценивания устного опроса:**

- четкие ответы на устные вопросы;
- понимание темы.

**Форма сдачи:** очная.

### **Оценочные материалы текущего контроля**

1. Виды документов на электронные устройства
2. Виды электрических схем
3. Примеры применения типовых электронных компонентов
4. Назначение и функционал пакетов прикладных программ
5. Принципы разработки печатных плат
6. Принципы программирования контроллеров
7. Принципы проектирования схемы электропривода и автоматики
8. Отладка прикладной программы
9. Подключение нагрузки к контроллеру
10. Управление выходами контроллера

**Форма итоговой аттестации** – зачет на основании устного опроса и выполнения практического задания.

**Критерии оценивания устного опроса:**

- четкие ответы на устные вопросы;
- знание техники безопасности при работе с электронными устройствами;
- знание правил разработки принципиальных электрических схем;
- знание правил разработки печатной платы;
- знание правил разработки прикладного программного обеспечения.



**Критерии оценивания практического задания:**

- демонстрация навыков работы в пакетах прикладных программ;
- понимание электроники, электротехники, электропривода;
- владение навыками поиска ошибок в схемах;
- владение навыками поиска ошибок в прикладных программах.

**Оценка:** зачет/не зачет

**Форма сдачи:** очная.

**Оценочные материалы итоговой аттестации:**

1. Диоды и транзисторы
2. Преобразовательные устройства
3. Стандарты для проектирования электронных устройств
3. Перечислите этапы проектирования в соответствии с ГОСТ
4. Технологии изготовления печатных плат
5. Условно-графические обозначения элементов схем
6. Настройки программы для проектирования принципиальных электрических схем при создании нового проекта
7. Настройки программы проектирования печатных плат при создании нового проекта
8. Назначение NET-листа
9. DRC и ERC
10. Цепи безопасности
11. Языки программирования контроллеров
12. Структура контроллера
13. Устройства плавного пуска
14. Тиристорное управление
15. Релейно-контакторное управление
16. Частотное управление
17. Скалярное и векторное управление
18. Схема самоподхвата. Взаимная блокировка
19. Зануление и заземление. Виды систем заземления
20. Реле, контактор, пускатель
21. Электрические схемы. Виды. Примеры
22. Пуск электродвигателей
23. Реле времени
24. Реверс электродвигателя (с релейно-контакторным управлением/с частотным преобразователем)
25. Реле контроля обрыва фаз
26. Реле контроля тока утечки
27. Независимый расцепитель
28. Расцепитель минимального и максимального напряжения
29. Автоматический ввод резерва
30. Контактные и бесконтактные выключатели. Индуктивные, емкостные.
31. Концевой выключатель. Подключение к контроллеру.

32. Автоматический выключатель. Время-токовая характеристика
33. Подключение нагрузки к выходу (релейному/транзисторному) контроллера через трансформатор/блок питания.
34. Виды электрического торможения
35. Тепловое реле
36. Механическое торможение. Типы тормозов. Подключение тормозов
37. Блок питания
38. Подключение преобразователя частоты. Управление тормозом
39. Подключение контроллера
40. Энкодер
41. Резольвер
42. Подключение биполярного транзистора, полевого транзистора
43. Применение конденсатора
44. Применение резистора. Делитель напряжения, подтягивающие резисторы
45. Применение катушки индуктивности
46. Подключение тиристора, симистора
47. Защита нагрузки, подключенной к транзистору
48. Операционные усилители
49. RC-цепи
50. Регулирование скорости вращения ротора электродвигателя (аналоговое/цифровое)
51. Подключение диода, стабилитрона
52. Инвертор на полевых транзисторах (логический/в составе преобразователя частоты)
53. Подключение контроллера и преобразователя. Взаимодействие через цифровые/аналоговые сигналы.
54. Принципы построения схемы электропривода и автоматики
55. Продемонстрировать приемы работы в KiCad
56. Продемонстрировать приемы работы в DesignSpark Electrical
57. Продемонстрировать приемы работы в CodeSys
58. Продемонстрировать приемы работы в Arduino IDE
59. Продемонстрировать приемы работы в OwenLogic

#### Литература

1. Кириченко П.Г. Цифровая электроника для начинающих. 2019
2. Комиссаров Ю.А., Бабокин Г.И. Общая электротехника и электроника. Инфра-М, 2016
3. Осрецов В.Н. Электропривод и электрооборудование. 2019
4. Слесарев А.Ч., Моисейкин Е.В., Устьянцев Ю.Г. Аспекты проектирования электронных схем на основе микроконтроллеров. 2018
5. Анучин А.С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – 373 с.
6. Миловзоров О.В., Панков И.Г. Электроника. Учебник для бакалавров. 2015.

7. Дорф Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп. Пер. с англ. Б.И.Копылова. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. – 832 с
8. И.Г. Минаев, В.В. Самойленко Программируемые логические контроллеры. – Ставрополь: Изд-во «АГРУС», 2009.
9. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования/И.В. Петров, В.П. Дьяконова. - М.: СОЛОН\_Пресс, 2004.
10. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: Пер. с англ.- М.: Мир, 1998.- 702с.
11. Усольцев А.А. Электрический привод. Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2012. – 238 с.
12. Усольцев А.А. Частотное управление асинхронными двигателями: Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2006. – 94 с.

Начальник центра  
«Высшая школа педагогического мастерства»  
Учебная программа разработана:

В.И. Модинец

к.т.н., доц. каф. НТТС

А.В. Мишин