

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Зам. директора  
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске  
по учебно-методической работе  
**В.В. Рожков**  
2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**КОМПЬЮТЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

---

Направление подготовки: **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль подготовки: **Робототехника в электромеханических системах**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**

Форма обучения: **очная**

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

**Целью освоения дисциплины** является подготовка обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиля «Робототехника в электромеханических системах» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

**Задачами дисциплины** является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующей профессиональной компетенции:

- ПК-7 «готовность обеспечить требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике»;
- ПК-8 «способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса».

В результате изучения дисциплины студент должен:

### Знать:

- Современный уровень технических средств разработки программного обеспечения систем управления, а также средств автоматизации (ПК-7);
- Математический аппарат разработки программного обеспечения средств автоматизации (ПК-8).

### Уметь:

- Использовать языки программирования МЭК (ПК-7);
- Составлять алгоритмы программного обеспечения для управления техническими системами (ПК-8).

### Владеть:

- Навыками использования инструментальных программных комплексов промышленной автоматизации (ПК-7);
- Навыками разработки прикладных программ для управления техническими объектами (ПК-8).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин по выбору В.ДВ.4.1 цикла Б1 образовательной программы по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом по направлению бакалавриата 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиля «Робототехника в электромеханических системах» дисциплина «Компьютерное управление в робототехнических системах» базируется на следующих дисциплинах:

- Б1.Б.10 Электротехническое и конструкционное материаловедение.
- Б1.Б.11 Электрические машины.
- Б1.Б.17 Информационно-измерительная техника.
- Б1.В.ОД.4 Электротехника и основы электроники.
- Б1.В.ОД.6 Элементы систем автоматики.
- Б1.В.ОД.7 Электромеханические системы.
- Б1.В.ОД.9 Теория автоматического управления.
- Б1.В.ОД.10 Силовая электроника.
- Б1.В.ОД.11 Электрический привод.
- Б1.В.ОД.12 Цифровые датчики в позиционных и следящих системах.

- Б1.В.ДВ.2.1 Цифровые системы управления роботами и манипуляторами.
- Б1.В.ДВ.2.2 Преобразовательная техника в робототехнических системах.
- Б1.В.ДВ.3.1 Микропроцессорная техника в робототехнике.
- Б1.В.ДВ.3.2 Основы компьютерной техники.
- Б1.В.ДВ.4.2 Сервоконтроллеры роботов и манипуляторов.

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин:

- Б1.В.ДВ.6.1 Электроприводы роботов и манипуляторов.
- Б1.В.ДВ.6.2 Гидро- и пневмоприводы роботов.
- Б1.В.ДВ.7.1 Мехатронные узлы.
- Б1.В.ДВ.7.2 Прочностные расчёты в задачах робототехники.
- Б1.В.ДВ.8.1 Моделирование механики и рабочих зон роботов и манипуляторов.
- Б1.В.ДВ.8.2 3-D моделирование в робототехнике.

Б2.П.1 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности.

### 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

#### Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ДВ.4.1	
Часов (всего) по учебному плану:	180	7 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	5	7 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	1, 36	7 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	1, 36	7 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	1, 36	7 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	2, 72	7 семестр
Зачёт (ЗЕТ, часов) (в объёме часов СРС)	0.25, 9	7 семестр

#### Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0.25, 9
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0.5, 18
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	30/36, 30
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (срс)	6/36, 6
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету (в объёме часов СРС)	0.25, 9
Всего:	2, 72

#### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)					
			лк	пр	лаб	кр	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1. Средства автоматизированного управления технических систем.	25	6	6	4		9	
2	Тема 2. Инструментальные программные комплексы промышленной автоматизации.	32	6	6	8		12	
3	Тема 3. Структура прикладного программного обеспечения и организация программ.	36	8	8	8		12	
4	Тема 4. Языки МЭК.	40	10	10	8		12	
5	Тема 5. Стандартные компоненты инструментальных средств автоматизации.	32	6	6	8		12	
6	Дополнительная тема на СРС: 1. Применение языка функциональных блок-вых диаграмм (FBD).	6					6	
7	Зачёт	9					9	
<b>Всего 180 часов по всем видам учебных занятий</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>		<b>72</b>	

##### Тема 1. Средства автоматизированного управления технических систем.

**Лекция 1.** Программируемые логические контроллеры (ПЛК). Определение ПЛК, назначение и принцип работы. Входы и выходы ПЛК. Режим реального времени и ограничения по применению ПЛК (2 часа).

**Лекция 2.** Условия работы ПЛК. Интеграция ПЛК в систему управления предприятием. Требования к подготовке специалистов (2 часа).

**Лекция 3.** Программный ПЛК. Проблема программирования ПЛК. ПЛК как конечный автомат. Рабочий цикл. Время реакции. (2 часа).

**Практическое занятие 1.** Устройство ПЛК. Системное и прикладное программное обеспечение (2 часа).

**Практическое занятие 2.** Устройство ПЛК. Контроль времени рабочего цикла (2 часа).

**Практическое занятие 3.** Открытые системы. Целесообразность выбора инструментальных средств автоматизации (2 часа).

**Лабораторная работа 1.** Ознакомление с инструментальным программным комплексом промышленной автоматизации (4 часа).

**Самостоятельная работа 1.** Подготовка к практическим занятиям и защите лабораторных работ (изучение материалов по теме занятия) (всего к теме №1 – 9 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос по темам практических занятий.

##### Тема 2. Инструментальные программные комплексы промышленной автоматизации.

**Лекция 4.** Комплексы проектирования МЭК 61131-3. Инструменты комплексов программирования ПЛК (2 часа).

**Лекция 5.** Инструменты комплексов программирования ПЛК. Встроенные редакторы, текстовые редакторы, графические редакторы, средства отладки (2 часа).

**Лекция 6.** Инструменты комплексов программирования ПЛК. Средства отладки. Средства управления проектом (2 часа).

**Практическое занятие 4.** Данные и переменные. Элементарные типы данных (2 часа).

**Практическое занятие 5.** Данные и переменные. Пользовательские типы данных (2 часа).

**Практическое занятие 6.** Данные и переменные. Переменные. Виды адресации. Распределение памяти переменных (2 часа).

**Лабораторная работа 2.** Логические и арифметические операции (4 часа).

**Лабораторная работа 3.** Ввод и вывод дискретных и непрерывных сигналов (4 часа).

**Самостоятельная работа 2.** Подготовка к практическим занятиям и защите лабораторных работ (изучение материалов по теме занятия) (всего к теме №2 – 12 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос по темам практических занятий.

### **Тема 3. Структура прикладного программного обеспечения и организация программ.**

**Лекция 7.** Программное обеспечение ПЛК – задачи, структура, конфигурация (2 часа).

**Лекция 8.** Функции. Вызов с перечислением параметров, присваивание значений параметрам, функции с переменным числом параметров (2 часа).

**Лекция 9.** Функциональные блоки. Создание экземпляра функционального блока, доступ к переменным экземпляра, вызов экземпляра блока, инициализация данных экземпляров, тиражирование экземпляров (2 часа).

**Лекция 10.** Программы. Выполнение и отладка программ (2 часа).

**Практическое занятие 7.** Операторы и функции, перегрузка функций и операторов. Ограничения функций. Функции в логических выражениях (2 часа).

**Практическое занятие 8.** Особенности реализации и применения функциональных блоков (2 часа).

**Практическое занятие 9.** Пример функционального блока (2 часа).

**Практическое занятие 10.** Шаблонные переменные. Действия (2 часа).

**Лабораторная работа 4.** Разработка системы логического управления (4 часа).

**Лабораторная работа 5.** Циклические вычисления (4 часа).

**Самостоятельная работа 3.** Подготовка к практическим занятиям и защите лабораторных работ (изучение материалов по теме занятия) (всего к теме №3 – 12 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос по темам практических занятий.

### **Тема 4. Языки МЭК.**

**Лекция 11.** Семейство языков МЭК. Язык линейных инструкций (IL) (2 часа).

**Лекция 12.** Структурированный текст (ST) (2 часа).

**Лекция 13.** Релейные диаграммы (LD) (2 часа).

**Лекция 14.** Функциональные блок-диаграммы (FBD) (2 часа).

**Лекция 15.** Последовательные функциональные схемы (SFC) (2 часа).

**Практическое занятие 11.** Язык линейных инструкций (IL). Формат инструкций. Аккумулятор. Переход на метку. Скобки. Модификаторы. Операторы. Вызов функций. Режим исполнения. (2 часа).

**Практическое занятие 12.** Структурированный текст (ST). Выражения. Порядок вычисления выражений. Операторы выбора. Операторы множественного выбора. Циклы. Итерации. (2 часа).

**Практическое занятие 13.** Релейные диаграммы (LD). Цепи. Реле. Порядок выполнения и обратные связи. Управление порядком выполнения. Режим исполнения и отладки (2 часа).

**Практическое занятие 14.** Последовательные функциональные схемы (SFC). Шаги. Переходы. Начальный шаг. Параллельные ветви. Альтернативные ветви. Переход на произвольный шаг. Упрощенный и стандартный языки SFC. (2 часа).

**Практическое занятие 15.** Последовательные функциональные схемы (SFC). Классификаторы действий. Механизм управления действием. Внутренние переменные шага и действия. Функциональные блоки и программы SFC. Отладка и контроль исполнения (2 часа).

**Лабораторная работа 6.** Разработка систем дискретного и непрерывного управления (4 часа).

**Лабораторная работа 7.** Разработка системы управления движением (4 часа).

**Самостоятельная работа 4.** Подготовка к практическим занятиям и защите лабораторных работ (изучение материалов по теме занятия) (всего к теме №4 – 12 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос по темам практических занятий.

#### **Тема 5. Стандартные компоненты инструментальных средств автоматизации.**

**Лекция 16.** Операторы и функции (2 часа).

**Лекция 17.** Стандартные функциональные блоки (2 часа).

**Лекция 18.** Расширенные библиотечные компоненты (2 часа).

**Практическое занятие 16.** Операторы и функции. Арифметические и логические операторы. Операторы выбора и ограничений. Операторы сравнения. Математические функции. Строковые функции (2 часа).

**Практическое занятие 17.** Стандартные функциональные блоки. Таймеры. Триггеры. Детекторы импульсов. Счётчики. (2 часа).

**Практическое занятие 18.** Расширенные библиотечные компоненты. Побитовый доступ к данным. Гистерезис. Пороговый сигнализатор. Ограничение скорости изменения сигнала. Интерполяция зависимостей. Дифференцирование. Интегрирование. ПИД-регулятор (2 часа).

**Лабораторная работа 8.** Управление многосвязным объектом (4 часа).

**Лабораторная работа 9.** Решение комплексной задачи автоматизации (4 часа).

**Самостоятельная работа 5.** Подготовка к практическим занятиям (изучение материалов по теме занятия). Подготовка к защите лабораторных работ (всего к теме №5 – 12 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос по темам практических занятий.

#### **Дополнительная тема на СРС.**

1. Применение языка функциональных блок-диаграмм (FBD).

**Самостоятельная работа 6.** Самостоятельное изучение указанной темы (6 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос по дополнительной теме СРС.

Лабораторные работы (в количестве 36 часов) – бригадный метод выполнения работ.

На практических занятиях (36 часов) используется бригадный метод выполнения задания с разграничением функциональных обязанностей студента при выполнении задания по моделированию – анализ исходных данных, проработка схемы построения модели, выбор технологии моделирования, расчет параметров регуляторов и контуров регулирования, возможная оптимизация. Затем усилия объединяются и организуется активный диалог студентов с преподавателем и между собой для подведения итогов решения задания и практической реализации модели).

#### **Промежуточная аттестация по дисциплине: зачет**

Изучение дисциплины заканчивается зачетом. Зачет проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом № 21-23 от 14.05.2012 г.



## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для обеспечения самостоятельной работы разработано:

- демонстрационные слайды лекций по дисциплине;
- методические указания к лабораторным работам;
- методические указания к практическим занятиям;
- методические указания к самостоятельной работе (Приложение к РПД).

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования**

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ПК-7, ПК-8.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи экзамена.

### **6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания**

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции **ПК-7** «готовность обеспечить требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам, практическим занятиям, курсовому проекту. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ и курсового проекта, ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание

**знания** обучающимися:

- современного уровня технических средств разработки программного обеспечения систем управления, а также средств автоматизации.

наличие **умения**:

- использовать языки программирования МЭК.

присутствие **навыка**:

- использования инструментальных программных комплексов промышленной автоматизации.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения и защиты лабораторных работ, в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ПК-7** «готовность обеспечить требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике» в процессе защиты лабораторных работ, как формы текущего контроля. На защите соответствующих **лабораторных работ** (Приложение к РПД) задается 2 вопроса из примерного перечня:

1. Дать общую характеристику языку линейных инструкций.
2. Дать общую характеристику языку структурированного текста.
3. Дать общую характеристику языку релейных диаграмм.
4. Дать общую характеристику языку последовательных функциональных схем.
5. Описать принцип действия и назначение ПЛК.
6. Описать иерархию элементарных типов данных.
7. Перечислить и охарактеризовать пользовательские типы данных.
8. Описать виды адресации данных.
9. Привести таблицы истинности логических функций.
10. Описать виды вычислительных циклов.

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ПК-7** «готовность обеспечить требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике» в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Способность называть при устном ответе основные законы, приводить простейшие соотношения, определять типы регуляторов при заданной структуре системы управления и заданных технологических требованиях соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования. В дополнение к пороговому уровню – самостоятельно задавать структуру систем управления по заданным технологическим требованиям – соответствует продвинутому уровню. В дополнении к продвинутому уровню – способность рассчитывать параметры регуляторов, синтезировать полную схему системы управления – соответствует эталонному уровню.

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции **ПК-8** «способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров техно-



логического процесса» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам, практическим занятиям, курсовому проекту. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ и курсового проекта, ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание

**знания** обучающимися:

- математического аппарата разработки программного обеспечения средств автоматизации

наличие **умения**:

- составлять алгоритмы программного обеспечения для управления техническими системами.

присутствие **навыка**:

- разработки прикладных программ для управления техническими объектами.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения и защиты лабораторных работ, курсового проекта, в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ПК-8** «способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса» в процессе защиты лабораторных работ, как формы текущего контроля. На защите соответствующих **лабораторных работ** (Приложение к РПД) задается 2 вопроса из примерного перечня:

1. Описать принцип работы и способ реализации генератора импульсов.
2. Описать принцип последовательного управления по времени.
3. Описать принцип работы и способ реализации кодового замка.
4. Описать принцип работы и способ реализации динамического знакового индикатора.
5. Описать принцип работы и способ реализации генератора случайных чисел.
6. Описать принцип работы и способ реализации очереди FIFO.
7. Описать принцип работы и способ реализации цифрового фильтра.
8. Описать принцип работы и способ реализации медианного фильтра.
9. Описать принцип работы и способ реализации широтно-импульсного модулятора.
10. Сравнить языки МЭК по минимизации кода.

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ПК-8** «способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса» в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Способность называть при устном ответе основные законы, приводить простейшие соотношения, определять типы регуляторов при заданной структуре системы управления и заданных технологических требованиях соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования. В дополнение к пороговому уровню – самостоятельно задавать структуру систем управления по заданным технологическим требованиям – соответствует продвинутому уровню. В дополнении к продвинутому уровню – способность рассчитывать парамет-

ры регуляторов, синтезировать полную схему системы управления – соответствует эталонному уровню.

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является зачёт, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Зачёт по дисциплине «Компьютерное управление в робототехнических системах» проводится в устной форме.

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные проблемы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент после начала зачета отказался его сдавать или нарушил правила сдачи зачета (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

В зачетную книжку студента и приложение к диплому выносятся оценка зачета по дисциплине за 7 семестр.

### **6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

1. Принцип действия и назначение ПЛК.
2. ПЛК как конечный автомат.
3. Режим реального времени выполнения программ ПЛК.
4. Интеграция ПЛК в систему управления предприятием.
5. Системное и прикладное программное обеспечение.
6. Рабочий цикл и время реакции ПЛК.
7. Целесообразность выбора языков МЭК.
8. Комплексы проектирования прикладного программного обеспечения.
9. Элементарные типы данных.
10. Пользовательские типы данных.
11. Работы с массивами и структурами.
12. Прямая адресация данных. Примеры.
13. Косвенная адресация данных. Примеры.
14. Распределение памяти переменных.
15. Преобразование типов данных. Примеры.
16. Идентификаторы данных. Примеры.
17. Компоненты организации программ.
18. Языки МЭК. Проблема программирования ПЛК.
19. Язык линейных инструкций. Примеры использования.
20. Язык структурированного текста. Примеры использования.
21. Язык релейных диаграмм. Пример использования.
22. Язык последовательных функциональных схем. Примеры использования.
23. Стандартные операторы и функции средств разработки.
24. Стандартные функциональные блоки средств разработки.
25. Расширенные библиотечные компоненты средств разработки.

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной  
(примеры вопросов к практическим занятиям, лабораторным работам)

1. Рабочий цикл ПЛК и ограничения по применению ПЛК.
2. Ввод и вывод дискретных данных.
3. Ввод и вывод аналоговых данных.
4. Условия работы и конструктивные исполнения ПЛК.
5. Характеристика средств разработки и отладки программного обеспечения ПЛК.
6. Целочисленный, логический и действительный типы данных.
7. Приёмы работы с массивами данных.
8. Приёмы работы с идентификаторами данных.
9. Приёмы работы с функциями.
10. Приёмы работы с функциональными блоками.
11. Задач, ресурсы и конфигурация программного обеспечения ПЛК.
12. Операторы языка линейных инструкций. Примеры.
13. Формат команд языка линейных инструкций. Примеры.

14. Выражения языка структурированного текста. Примеры.
15. Операторы языка структурированного текста. Примеры.
16. Реализация циклических вычислений на языке структурированного текста.
17. Итеративные вычисления. Примеры.
18. Приёмы работы с цепями релейных диаграмм. Примеры.
19. Управление порядком выполнения релейных диаграмм. Примеры.
20. Порядок выполнения программ на языке функциональных блоковых диаграмм.
21. Примеры совместного использования различных языков МЭК.
22. Структура программного обеспечения на языке последовательных функциональных схем.
23. Параллельные и альтернативные ветви программного обеспечения на языке последовательных функциональных схем.
24. Механизм управления действием (язык SFC).
25. Программная реализация ПИД-регулятора.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к зачёту)

Первый вопрос в экзаменационном билете относится к лекционному материалу (вопросы 1 – 25). Второй вопрос на тему, близкую к разбираемым на практических занятиях и в процессе выполнения курсового проекта (вопросы 26 – 50).

1. Принцип действия и назначение ПЛК.
2. ПЛК как конечный автомат.
3. Режим реального времени выполнения программ ПЛК.
4. Интеграция ПЛК в систему управления предприятием.
5. Системное и прикладное программное обеспечение.
6. Рабочий цикл и время реакции ПЛК.
7. Целесообразность выбора языков МЭК.
8. Комплексы проектирования прикладного программного обеспечения.
9. Элементарные типы данных.
10. Пользовательские типы данных.
11. Работы с массивами и структурами.
12. Прямая адресация данных. Примеры.
13. Косвенная адресация данных. Примеры.
14. Распределение памяти переменных.
15. Преобразование типов данных. Примеры.
16. Идентификаторы данных. Примеры.
17. Компоненты организации программ.
18. Языки МЭК. Проблема программирования ПЛК.
19. Язык линейных инструкций. Примеры использования.
20. Язык структурированного текста. Примеры использования.
21. Язык релейных диаграмм. Пример использования.
22. Язык последовательных функциональных схем. Примеры использования.
23. Стандартные операторы и функции средств разработки.
24. Стандартные функциональные блоки средств разработки.
25. Расширенные библиотечные компоненты средств разработки.
26. Рабочий цикл ПЛК и ограничения по применению ПЛК.
27. Ввод и вывод дискретных данных.
28. Ввод и вывод аналоговых данных.

29. Условия работы и конструктивные исполнения ПЛК.
30. Характеристика средств разработки и отладки программного обеспечения ПЛК.
31. Целочисленный, логический и действительный типы данных.
32. Приёмы работы с массивами данных.
33. Приёмы работы с идентификаторами данных.
34. Приёмы работы с функциями.
35. Приёмы работы с функциональными блоками.
36. Задач, ресурсы и конфигурация программного обеспечения ПЛК.
37. Операторы языка линейных инструкций. Примеры.
38. Формат команд языка линейных инструкций. Примеры.
39. Выражения языка структурированного текста. Примеры.
40. Операторы языка структурированного текста. Примеры.
41. Реализация циклических вычислений на языке структурированного текста.
42. Итеративные вычисления. Примеры.
43. Приёмы работы с цепями релейных диаграмм. Примеры.
44. Управление порядком выполнения релейных диаграмм. Примеры.
45. Порядок выполнения программ на языке функциональных блоковых диаграмм.
46. Примеры совместного использования различных языков МЭК.
47. Структура программного обеспечения на языке последовательных функциональных схем.
48. Параллельные и альтернативные ветви программного обеспечения на языке последовательных функциональных схем.
49. Механизм управления действием (язык SFC).
50. Программная реализация ПИД-регулятора.

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических рекомендациях по изучению курса «Компьютерное управление в робототехнических системах», в которые входят методические рекомендации к выполнению и защите лабораторных работ и заданий на самостоятельную работу.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Терехин, В.Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink : учебное пособие / В.Б. Терехин, Ю.Н. Дементьев ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», Министерство образования и науки Российской Федерации. - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015. - 307 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-4387-0558-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442809](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442809).

### **б) дополнительная литература**

1. Сергеев, А. Компьютерное управление производственным оборудованием : учебное пособие / А. Сергеев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2013. - 138 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270255](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270255).



## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. <http://emkelektron.webnode.com/news/robototekhnicheskij-kompleks-mekhanoobrabotki/>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает 36 часов лекций, 36 часов практических занятий и 9 лабораторных работ с двумя часами на защиту. Изучение курса в семестре завершается зачётом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

**Практические занятия** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий – формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов – решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

- стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;
- закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;
- расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;
- позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;
- прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;
- способствуют свободному оперированию терминологией;
- предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (в программе MS Word или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчеты,



ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). Примерный образец оформления отчета имеется у преподавателя.

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объем выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

**Лабораторные работы** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;
- формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются рабочими учебными планами.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия РПД (ПП) и включают:

- заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;
- цель работы;
- предмет и содержание работы;
- оборудование, технические средства, инструмент;
- порядок (последовательность) выполнения работы;
- правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);
- общие правила к оформлению работы;
- контрольные вопросы и задания;
- список литературы (по необходимости).

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью – подтверждением теоретических положений – в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения **лабораторных работ** в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к экзамену в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

**Самостоятельная работа студентов (СРС)** по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

При проведении лекционных занятий предусматривается использование систем мультимедиа.

При проведении практических занятий предусматривается использование систем мультимедиа.

При проведении лабораторных работ предусматривается использование систем разработки и отладки программного обеспечения ПЛК.

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

##### **Лекционные занятия:**

Аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

**Практические занятия** по данной дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

**Лабораторные работы** по данной дисциплине проводятся в учебной лаборатории, оснащенной персональными компьютерами с установленными на них средствами разработки программного обеспечения ПЛК.

Автор  
канд. техн. наук, ст. преподаватель

И.С. Полющенко

Зав. кафедрой  
канд. техн. наук, доцент

В.В. Рожков

Программа одобрена на заседании кафедры ЭМС от 07.09. 2016 года, протокол № 1.

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер изме- мене- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	изме- ме- нен- ных	заме- ме- нен- ных	но- вых	анну- нули- ро- ван- ных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10