

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы специалитета  
по специальности  
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Элементная база дискретных устройств в электроэнергетике**

Специальность: 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Электроснабжение железных дорог

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 3221  
Подписал: заведующий кафедрой Шевлюгин Максим  
Валерьевич  
Дата: 06.06.2023

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины «Элементная база дискретных устройств в электроэнергетике» являются:

- изложение основ теории анализа и синтеза дискретных устройств, применяемых при автоматизации технологических процессов железнодорожного транспорта, и объяснение принципов построения безопасных дискретных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики. Изложению подлежат фундаментальные принципы построения дискретных устройств, лежащие в основе всей микропроцессорной техники, которые помогают, благодаря своей общности, легко ориентироваться как в схемах микропроцессорных систем любой сложности, так и в их программировании.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- получение теоретических и практических знаний по конечным функциональным преобразователям, Булевой алгебре, логическим дискретным элементам железнодорожной автоматики и телемеханики и методам синтеза на их основе дискретных устройств автоматики широкого применения, теории автоматов.

- формирование у студентов в ходе изучения этой дисциплины знаний и умений просто ориентироваться в области применения микропроцессорной техники для построения цифровых программных систем управления объектами энергоснабжения электрических железных дорог, а также в применяемой современной и постсовременной элементной базе.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ОПК-2** - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

**ПК-5** - Способен применять знания в области электротехники, электроники и цифровых технологий при решении профессиональных задач .

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

Принципы построения цифровых схем управления на базе дискретной

информации; Принципы получения дискретной и цифроаналоговой информации; Принципы построения цифровых схем обработки аналоговой информации;

**Уметь:**

Применять теории конечных аункциональных преобразователей, нечётких множеств, пороговой логики, теории автоматов для построения систем управления объектами различной физической природы

**Владеть:**

методками составления схем дискретной логики, построения схем синхронного и асинхронного управления, аппаратной реализации математических выражений и алгоритмов

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Сем. №6
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	80	80
В том числе:		
Занятия лекционного типа	48	48
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 64 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при

ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	<p>Конечные функциональные преобразователи</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Введение. Переход к дискретности. Аналого-цифровые преобразователи;</li> <li>- Элементы теории множеств;</li> <li>- Бесконечные и конечные функциональные преобразователи.</li> </ul>
2	<p>Булева алгебра</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Булева переменная, булева функция, теорема о булевом базисе;</li> <li>- Функции одной и двух переменных, виды и формы представления булевых функций;</li> <li>- Минимизация булевых функций.</li> </ul>
3	<p>Нечёткая логика</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Нечёткие множества, этапы решения задачи в нечёткой логике;</li> <li>- Лингвистические переменные, фаззификация;</li> <li>- Нечёткие правила, дефаззификация.</li> </ul>
4	<p>Пороговая логика, нейронные сети</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Формальная модель нейрона;</li> <li>- Реализация основных логических элементов на нейроне;</li> <li>- Введение в нейронные сети.</li> </ul>
5	<p>Теория автоматов</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Автоматные преобразователи информации;</li> <li>- Автомат Мили, граф задания автомата, минимизация автоматов;</li> <li>- Программная и аппаратная реализации автоматов.</li> </ul>
6	<p>Триггеры</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- RS-триггер, D-триггер;</li> <li>- T-триггер, JK-триггер;</li> <li>- Бистабильные элементы, память, статическая и динамическая память.</li> </ul>
7	<p>Счётчики</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Двоичный и декадный счётчики;</li> <li>- Двоично-десятичный счётчик, реверсивный счетчики;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- Счётчики с заданным коэффициентом пересчёта.
8	Дешифраторы, мультиплексоры, демультимплексоры, регистры Рассматриваемые вопросы: - Понятие дешифратора, схемы дешифраторов, дешифрация адресов адресного пространства микропроцессора; - Коммутируемый доступ. Мультиплексоры и демультимплексоры; - Буферизация данных, регистровые схемы, регистры микропроцессоров.
9	Сумматоры, схемы сортировки Рассматриваемые вопросы: - Полусумматоры, двоичные сумматоры; - сумматоры чисел со знаком; - аппаратная сортировка.
10	Генераторы тактовых сигналов, схемы пропуска помех на одно и мультивибраторах Рассматриваемые вопросы: - Простейшие генераторы на С и РС элементах и логических элементах; - Генераторы на кварцевых резонаторах. Термостабильные генераторы; - Одновибраторы, схемы аппаратной защиты от помех и дребезга контактов.

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Разработка конечного функционального преобразователя для определения возможности коммутации линейного разъединителя контактной сети в ячейке фидера тяговой сети постоянного тока РУ-3,3 В результате работы на занятии студент получает навык в системном подходе к разработке конечного функционального преобразователя.
2	Для выражения, заданного в виде схемы, написать аналитическое выражение, упростить его, выразить его через 4 базиса и нарисовать схему устройства В результате работы на занятии студент получает навык преобразования Булевых функций между различными видами представления и выражении функций через элементную базу конкретных базисов.
3	Доказать существование или отсутствие базисов {И, НЕ}, {ИЛИ, НЕ}, Пирса, Шеффера В результате работы на занятии студент получает навык доказательства теорем в Булевом пространстве переменных.
4	По табличным данным составить аналитическое выражения, упростить их по законам Булевой алгебры и с помощью карт Вейча-Карно. По упрощенным выражениям составить схемы устройств Определение коэффициентов трансформации величин погрешностей трансформаторов тока.
5	Упростить заданные логические выражения с помощью законов Булевой алгебры В результате работы на занятии студент получает навык оперирования законами Булевой алгебры.
6	Граф Автомата Светофора для простого и сложного перекрестка В результате работы на занятии студент получает навык разработки графа автоматного преобразователя информации.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
7	Схема бегущих 4-х и 16-ти огоньков в прямом и обратном направлении В результате работы на занятии студент получает навык синтеза автоматных преобразователей информации на практических примерах.
8	Счетчики на 2,3,4,5,6,7,8,9; Схема часов на счетчиках, будильник В результате работы на занятии студент получает навык синтеза счётных автоматных схем, таймер-счетчиков, делителей частоты.
9	Разработать схему преобразователя $\{0,1\}^4 \rightarrow \{0,9\}$ В результате работы на занятии студент получает навык синтеза схем дешифраторов.
10	Разработать схему преобразователя $\{0,1\}^4 \rightarrow$ сегментный индикатор В результате работы на занятии студент получает навык синтеза схем управления светодиодными индикаторами.
11	Разработать схему для сортировки трёх двухразрядных двоичных чисел В результате работы на занятии студент получает навык синтеза схем аппаратной сортировки чисел.
12	Разработать схему сумматора двух 4-х разрядных двоичных чисел В результате работы на занятии студент получает навык синтеза схем арифметико-логического устройства микропроцессоров.
13	Схема сумматора для двух десятичных одnorазрядных чисел В результате работы на занятии студент получает навык разработки аппаратных блоков работы с BCD числами.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	подготовка к лабораторным работам
2	работа с лекционным материалом и литературой
3	Выполнение курсовой работы.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Общее описание задания на курсовое проектирование.

В ячейке питающей линии тяговой сети постоянного тока установлено устройство измерения тока питающей линии. Информация о токе в цепи формируется датчиком тока в аналоговой форме и преобразуется в цифровой вид с помощью 8-битного аналого-цифрового преобразователя (АЦП) с параллельным двоичным выходом. Признаком окончания очередного аналого-цифрового преобразования служит одиночный стробирующий импульс с выхода «готовность АЦП». Устройство измерения работает непрерывно. Необходимо отслеживать появление последовательностей токов в соответствии с вариантом задания (см. таблицу 1, столбцы «Первая искомая последовательность токов», «Вторая искомая последовательность токов») и

выполнять операцию, предписанную в таблице 1, столбце «Операция», в соответствии с заданным номером варианта. Принять токи питающей линии неотрицательными. Параметры  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  задавать с помощью специально разработанной для этого схемы, работающей в шестнадцатеричной системе счисления.

Дано: схема 8-битного аналого-цифрового преобразователя (АЦП) с параллельным двоичным выходом и выходом «готовность АЦП». Если требуется, можно одному разряду АЦП тока поставить в соответствие 50 А. Остальные элементы схемы могут быть любыми из числа дискретных комбинаторных или автоматных, кроме микроконтроллеров или микропроцессоров.

Варианты заданий:

1. Синтез конечно-автоматного устройства для суммирования 1-ых токов после 1-ой последовательности;
2. Синтез конечно-автоматного устройства для суммирования 1-ых токов после 2-ой последовательности;
3. Синтез конечно-автоматного устройства для вычисления разницы между 1-ыми токами после 1-ой и 2-ой последовательностями;
4. Синтез конечно-автоматного устройства для вычисления среднего по 1-ым токам после 1-ой последовательности;
5. Синтез конечно-автоматного устройства для вычисления среднего по 1-ым токам после 2-ой последовательности;
6. Синтез конечно-автоматного устройства для подсчёта числа встретившихся 1-ых и 2-ых последовательностей;
7. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки суммы 1-ых токов после 1-ой последовательностей на кратность 4;
8. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки суммы 1-ых токов после 2-ой последовательности на кратность 4;
9. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки 1-ых токов после 1-ой последовательности на кратность 3;
10. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки 1-ых токов после 1-ой последовательности на кратность 4;
11. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки 1-ых токов после 1-ой последовательности на кратность 5;
12. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки 1-ых токов после 1-ой последовательности на кратность 6;
13. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки 1-ых токов после 1-ой последовательности на кратность 7;

14. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки 1-ых токов после 1-ой последовательности на кратность 8;
15. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки 1-ых токов после 1-ой последовательности на кратность 9;
16. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки 1-ых токов после 2-ой последовательности на кратность 3;
17. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки 1-ых токов после 2-ой последовательности на кратность 4;
18. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки 1-ых токов после 2-ой последовательности на кратность 5;
19. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки 1-ых токов после 2-ой последовательности на кратность 6;
20. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки 1-ых токов после 2-ой последовательности на кратность 7;
21. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки 1-ых токов после 2-ой последовательности на кратность 8;
22. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки 1-ых токов после 2-ой последовательности на кратность 9;
23. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки 1-ых токов после 1-ой последовательности на  $>I_1$ , но  $<I_2$
24. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки 1-ых токов после 1-ой последовательности на  $?I_1$ , но  $<I_2$ ;
25. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки 1-ых токов после 1-ой последовательности на  $>I_1$ , но  $?I_2$ ;
26. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки 1-ых токов после 1-ой последовательности на  $>I_1$ , но  $?I_2$ ;
27. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки 1-ых пяти токов после 1-ой последовательности на возрастание;
28. Синтез конечно-автоматного устройства для проверки 1-ых пяти токов после 1-ой последовательности на убывание;
29. Синтез конечно-автоматного устройства для подсчёта числа значений токов после 1-ой последовательности  $>I_1$ ;
30. Синтез конечно-автоматного устройства для подсчёта числа значений токов после 1-ой последовательности  $?I_1$ .



5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Основы теории дискретных логических и вычислительных устройств - 429 с. ISBN 978-5-8114-1197-9 ШОЛОМОВ Л.А. Учебное пособие Лань , 2011	Электронный ресурс <a href="https://e.lanbook.com/book/210638">https://e.lanbook.com/book/210638</a>
2	Преобразование измерительных сигналов [Текст] : учебник и практикум для академического бакалавриата 270 с. ISBN 978-5-534-01177-7 А. Г. Щепетов, Ю. Н. Дьяченко ; под ред. А. Г. Щепетова. Юрайт , 2016	Электронный ресурс <a href="https://urait.ru/book/preobrazovanie-izmeritelnyh-signalov-511720">https://urait.ru/book/preobrazovanie-izmeritelnyh-signalov-511720</a>
3	Теория дискретных устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: учебник для вузов ж.-д. трансп - 307 с. ISBN 5-89035-051-Х В.В. Сапожников, Ю.А. Кравцов, Вл.В. Сапожников ; Под ред. В.В. Сапожникова. УМК МПС России , 2001	Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)
1	Автоматизация систем электроснабжения: Учебник для вузов ж.д. транспорта - 358 с. ISBN 5-277-00944-2 Ю. И. Жарков, А. С. Шилов, В. Я. Овласюк и др.]; Под ред. Н. Д. Сухопрудского. Однотомное издание Издательство «ТРАНСПОРТ» , 1990	Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)
2	Теория автоматов - 208 с. ISBN 5-318-00537-3 Ю.Г.Карпов Однотомное издание Питер , 2002	Электронный ресурс <a href="https://e.lanbook.com/book/326603">https://e.lanbook.com/book/326603</a>
3	Электронная и преобразовательная техника - 375 с. С.Н.Засорин, В.А.Мицкевич, К.Г.Кучма Однотомное издание «ТРАНСПОРТ» , 1981	Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

<http://scbist.com> - СЦБИСТ Железнодорожный информационный портал: Фотоматериалы, новая техника, информационные материалы, вопросы и ответы. Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)) Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>) Российская Государственная Библиотека <http://www.rsl.ru>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Windows, Microsoft Office, Microsoft Security Essentials, Embarcadero RAD Studio XE2 Professional Concurrent AppWave

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Многотерминальный комплекс на базе ПЭВМ для изучения программирования микроконтроллеров и управления технологическими объектами на их базе:

8 блоков рабочих мест с микроконтроллерами ATmega8535 семейства AVR;

блок связи с ПЭВМ (программатор); блок питания комплекса.

Типовой комплект учебного оборудования: «Элементы систем автоматики и вычислительной техники» (ЭСАиВТ-СК).

Лабораторный стенд: «Программируемый логистический контроллер SIEMENS S7-300» (ПЛК- Siemens+) на 12 объектов автоматизации.

Лабораторный стенд: «Программируемый логистический контроллер Omron » (ПЛК- OMRON) на 12 объектов автоматизации.

Лабораторный стенд: «Микроконтроллеры и автоматизация» (ПЛК- OMRON).

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 6 семестре.

Курсовая работа в 6 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

профессор, доцент, д.н. кафедры  
«Электроэнергетика транспорта»

В.А. Гречишников

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ

М.В. Шевлюгин

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.В. Володин