

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Зайко Татьяна Ивановна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 09.08.2024 13:51:43  
Уникальный программный ключ:  
cf6863c76438e5984b0fd5e14e7154bfba10e205

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
"Сибирский государственный университет водного транспорта"

Б1.В.ДЭ.02.01  
Цифровые системы управления  
рабочая программа дисциплины (модуля)

|                           |                                                                                                                                                               |                                        |  |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--|
| Закреплена за кафедрой    | Электрооборудования и автоматики                                                                                                                              |                                        |  |
| Образовательная программа | 13.04.02 Направление подготовки "Электроэнергетика и электротехника"<br>Направленность "Электроэнергетические комплексы и сети"<br>год начала подготовки 2024 |                                        |  |
| Квалификация              | магистр                                                                                                                                                       |                                        |  |
| Форма обучения            | заочная                                                                                                                                                       |                                        |  |
| Общая трудоемкость        | 4 ЗЕТ                                                                                                                                                         |                                        |  |
| Часов по учебному плану   | 144                                                                                                                                                           | Виды контроля на курсах:<br>экзамены 2 |  |
| в том числе:              |                                                                                                                                                               |                                        |  |
| аудиторные занятия        | 16                                                                                                                                                            |                                        |  |
| самостоятельная работа    | 106                                                                                                                                                           |                                        |  |
| часов на контроль         | 18                                                                                                                                                            |                                        |  |

Распределение часов дисциплины по курсам

| Курс                   | 2   |     | Итого |     |
|------------------------|-----|-----|-------|-----|
|                        | уп  | ип  |       |     |
| Лекции                 | 6   | 6   | 6     | 6   |
| Лабораторные           | 6   | 6   | 6     | 6   |
| Практические           | 4   | 4   | 4     | 4   |
| Иная контактная работа | 4   | 4   | 4     | 4   |
| Итого ауд.             | 16  | 16  | 16    | 16  |
| Контактная работа      | 20  | 20  | 20    | 20  |
| Сам. работа            | 106 | 106 | 106   | 106 |
| Часы на контроль       | 18  | 18  | 18    | 18  |
| Итого                  | 144 | 144 | 144   | 144 |

Рабочая программа дисциплины

## **Цифровые системы управления**

**разработана в соответствии с ФГОС:**

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 147)

**составлена на основании учебного плана образовательной программы:**

13.04.02 Направление подготовки "Электроэнергетика и электротехника"  
Направленность "Электроэнергетические комплексы и сети"  
год начала подготовки 2024

**Рабочую программу составил(и):**

*д.т.н., Филюшов Ю.П.*

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры **Электрооборудования и автоматики**

Заведующий кафедрой Палагушкин Борис Владимирович

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 | Целью дисциплины является обеспечение расширенного уровня знаний, умений и навыков, необходимых для формирования способности профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, а также умения осуществлять постановку и проведение экспериментов по заданной методике и анализ их результатов. |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

|                    |                                                                                                              |            |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Цикл (раздел) ООП: |                                                                                                              | Б1.В.ДЭ.02 |
| <b>2.1</b>         | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                 |            |
| 2.1.1              | Инженерное проектирование в AutoCAD                                                                          |            |
| 2.1.2              | Ознакомительная практика                                                                                     |            |
| 2.1.3              | Отраслевые информационные технологии                                                                         |            |
| 2.1.4              | Теория и практика инженерного исследования                                                                   |            |
| 2.1.5              | Технологическая практика                                                                                     |            |
| 2.1.6              | Электроэнергетические комплексы                                                                              |            |
| <b>2.2</b>         | <b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |            |
| 2.2.1              | Преддипломная практика                                                                                       |            |

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ПК-2: Способен руководить процессами разработки и реализации проектов создания и реконструкции электроэнергетических объектов и комплексов, и в т.ч. автоматизированных систем управления в электроэнергетической области**

ПК-2.2: Проектирует и проводит контроль технического проекта и рабочей документации при создании и реконструкции электроэнергетического объекта

**ПК-3: Способен управлять электроэнергетическим режимом работы энергосистемы**

ПК-3.2: Принимает решения по предотвращению развития нарушения и ликвидации таких нарушений нормального режима электрической части энергосистемы и выполняет мониторинг оперативной информации об авариях и нештатных ситуациях в энергосистеме

ПК-3.3: Разрабатывает программы переключений в электроустановках и принимает решения о разрешении вывода в ремонт и ввода в работу линий электропередачи, оборудования и устройств, выполняемое непосредственно перед началом переключений

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

|            |                                                                                                                                                              |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                |
| 3.1.1      | Математические модели дискретных объектов и дискретных процессов. Основы выбора цифровых систем управления. Методы определения устойчивости цифровых систем. |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                |
| 3.2.1      | Осуществлять выбор цифровых систем управления.                                                                                                               |
| 3.2.2      | Разрабатывать математические модели и регуляторы цифровых систем для производственных механизмов.                                                            |
| 3.2.3      | Проводить анализ реакций объекта на воздействие.                                                                                                             |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                              |
| 3.3.1      | Навыками выбора программируемых логических контроллеров для управления конкретным производственным процессом.                                                |

**4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Вид занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                               | Семестр / Курс | Часов | Литература       | ПрПо дгот |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|------------------|-----------|
| Раздел      | <b>Раздел 1. Цифровые системы управления</b>                            |                |       |                  |           |
| Лек         | Математические модели дискретных объектов и дискретных процессов. /Лек/ | 2              | 1     | Л1.1<br>Л1.2Л2.2 | 0         |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |    |                          |   |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|--------------------------|---|
| Лаб | Составление математической модели электропривода токарно-го станка при обработке многоуровневой заготовки. Составление математической модели электропривода плазматрона. /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                  | 2 | 1  | Л1.2Л2.1Л3.2 Л3.1        | 0 |
| Ср  | Математические модели дискретных объектов и дискретных процессов. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2 | 15 | Л1.1<br>Л1.2Л2.2         | 0 |
| Лек | Устойчивость цифровых систем /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2 | 1  | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2 | 0 |
| Лаб | Исследование динамических свойств системы стабилизации перемещения резца токарного станка /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2 | 1  | Л1.2Л2.1Л3.1             | 0 |
| Пр  | Исследование устойчивости системы стабилизации положения для электропривода манипулятора /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2 | 1  | Л1.2Л2.1Л3.1             | 0 |
| Ср  | Устойчивость цифровых систем /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2 | 19 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1         | 0 |
| Лек | Аналитические методы построения регуляторов цифровых систем для объектов с измеримыми состояниями /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2 | 1  | Л1.2Л2.1                 | 0 |
| Лаб | Определение параметров регуляторов для программируемого логического контроллера (ПЛК) Альфа системы стабилизации перемещения резца плазматрона. Составление программы ПЛК Альфа электропривода подъёма циклического действия грузовой тележки. /Лаб/                                                                                                                                                            | 2 | 2  | Л1.2Л2.1Л3.2             | 0 |
| Пр  | Составление листинга инструкций (AWL) для программы ПЛК сервопривода с реализацией П-регулятора положения. Составление программы для ПЛК, записанной в виде схемы релейно-контакторной логики, с реализацией И-регулятора скорости вращения асинхронного двигателя. Составление программы для ПЛК с программированием тай-меров для многоступенчатого графика тахограммы электро-привода токарного станка. /Пр/ | 2 | 1  | Л1.2Л2.1Л3.1             | 0 |
| Ср  | Аналитические методы построения регуляторов цифровых систем для объектов с измеримыми состояниями /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2 | 25 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2 | 0 |
| Лек | Методы построения регуляторов цифровых систем для объектов с ограничениями на измеряемые переменные /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2 | 1  | Л1.1<br>Л1.2Л2.1         | 0 |
| Лаб | Составление программы ПЛК Альфа с реализацией функции ПИ-регулятора для электропривода ориентации высокочастотной антенны. Составление программы ПЛК Альфа для электропривода ма-нипулятора с реализацией ПИД-регулятора положения. /Лаб/                                                                                                                                                                       | 2 | 2  | Л1.1Л2.1Л3.2             | 0 |
| Пр  | Реализация различных типов регуляторов в ПЛК Альфа. Программирование 16-ти битного счётчика с предварительно задаваемым числом счёта. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2 | 1  | Л1.2Л2.1Л3.1             | 0 |
| Ср  | Методы построения регуляторов цифровых систем для объектов с ограничениями на измеряемые переменные /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2 | 25 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1         | 0 |
| Лек | Основы выбора цифровых систем управления /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2 | 2  | Л1.1<br>Л1.2Л2.2         | 0 |
| Пр  | Выбор ПЛК для управления электроприводом системы ориентации высокочастотной антенны, совершающей движения по определённой траектории /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2 | 1  | Л1.2Л2.1Л3.1             | 0 |
| Ср  | Основы выбора цифровых систем управления /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2 | 22 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1         | 0 |
| ИКР | Цифровые системы управления /ИКР/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2 | 4  | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2 | 0 |

### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Тема 1 Математические модели дискретных объектов и дискретных процессов.

Дискретизация процессов и моделей объектов управления на основе амплитудно-импульсной модуляции. Построение модели объекта управления с элементом амплитудно-импульсной модуляции и непрерывной линейной частью. Формы задания уравнений движения дискретного объекта (системы) в виде разностных уравнений. Построение моделей внешних воздействий.

Тема 2 Устойчивость цифровых систем.

Классические виды устойчивости дискретных систем. Уравнения Ляпунова для анализа свойства устойчивости линейных дискретных систем. Не-обходимые и достаточные корневые условия устойчивости дискретных систем. Виды стохастической устойчивости дискретных систем. Анализ переходной и установившихся составляющих динамических процессов дискретных систем при внешних воздействиях. Матричные коэффициенты ошибок.

Тема 3 Аналитические методы построения регуляторов цифровых систем для объектов с измеримыми состояниями. Построение регуляторов для систем стабилизации. Основы и постановка задачи модального управления дискретными объектами. Решение задачи модального управления на основе принципа эталонной модели. Синтез интегрального регулятора для систем с одним входом и выходом. Построение регуляторов со встроенной моделью.

Тема 4 Методы построения регуляторов цифровых систем для объектов с ограничениями на измеряемые переменные. Устройство оценки полной размерности и способы проектирования. Проектирование динамического регулятора с устройством оценки полной размерности. Устройство оценки пониженной размерности и способы проектирования. Проектирование динамического регулятора с устройством оценки пониженной размерности.

Тема 5 Основы выбора цифровых систем управления. Промышленные информационные сети на базе ПЛК. Обзор серийно выпускаемых систем управления. Программируемые логические контроллеры серий Альфа и FX. Функции программируемых логических контроллеров (ПЛК). Выбор ПЛК для управления конкретным производственным процессом. Компоненты информационных промышленных сетей на базе ПЛК. Особенности построения промышленных информационных сетей на примере логического контроллера FX-2M

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Экзамен по дисциплине

### 6.2. Темы письменных работ

Не предусмотрены

### 6.3. Контрольные вопросы и задания

Примерные вопросы для экзамена по дисциплине:

1. Поясните термины «дискретные объекты» и «дискретные системы».
2. В чём заключается принцип амплитудно-импульсной модуляции?
3. Как производится математическое моделирование дискретных объектов с непрерывной линейной частью?
4. Какие виды устойчивости используются для линейных дискретных систем?
5. Какие необходимые корневые условия устойчивости применяются для дискретных систем?

Этап II – Формирование способностей.

Примерные вопросы для экзамена по дисциплине:

1. По каким принципам осуществляется выбор цифровых систем управления?
2. Какие допущения использовались при составлении модели электропривода плазматрона?
3. Каким образом определяются параметры регулятора положения системы стабилизации перемещения резца плазматрона?
4. Каким образом в контроллере Альфа реализуется функция ПИ-регулятора?
5. Каким образом в контроллере Альфа реализуется функция ПИД-регулятора?

Этап III – Интеграция способностей.

Примерные вопросы для экзамена по дисциплине:

1. На ПЛК через контакт X1 поступает последовательность импульсов длительностью 0,2 с каждый через промежуток времени 0,1 с. Когда их количество достигнет 200 счётчик выключит таймер, который на 5с подаст выходной сигнал на контакт Y1. После этого счётчик обнулится и цикл начнётся снова. Составить программу.
2. Запрограммировать для ПЛК FX циклическую последовательность импульсов.
3. Составить математическую модель электропривода манипулятора.
4. Составить математическую модель электропривода ориентации высокочастотной антенны.
5. Составить программу ПЛК Альфа реализации ПИ-регулятора скорости электропривода фрезерного станка, записанную в виде схемы релейно-контакторной логики.

### 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Экзамен по дисциплине направлен на оценку знаний, умений и навыков, характеризующих освоение части компетенций. Экзамен проводится по билетам, установленным кафедрой, в письменной или устной форме, при условии выполнения требований рабочей программы дисциплины. Оценка «отлично» выставляется при условии, если студент отвечает правильно на 85% и более поставленных вопросов. Оценка «хорошо» выставляется, если студент отвечает правильно от 70 % до 85% поставленных вопросов. Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент отвечает правильно от 50% до 70% поставленных вопросов. Если преподаватель считает ситуацию сомнительной для выставления удовлетворительной оценки, он вправе задать дополнительные вопросы.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1 Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители                                   | Заглавие                                            | Издательство, год        |
|------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|
| Л1.1 | Гросс Владимир Юлиусович,<br>Кузнецов Борис Зосимович | Введение в микропроцессорную технику: учеб. пособие | Новосибирск: НГАВТ, 2006 |

|      | Авторы, составители       | Заглавие                                                                                                                                                                                  | Издательство, год      |
|------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Л1.2 | Хартов Вячеслав Яковлевич | Микропроцессорные системы: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Информатика и вычислительная техника", спец. "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети" | Москва: Академия, 2010 |

### 7.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители                                                                     | Заглавие                                                                                                                                                                     | Издательство, год        |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Л2.1 | Палагушкин Борис Владимирович, Путинцев Николай Николаевич, Симаков Геннадий Михайлович | Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов: метод. указ. к лаб. работам для студентов 4-5 курсов электромех. фак. (спец.180400) всех форм обучения | Новосибирск: НГАВТ, 2005 |
| Л2.2 | Симаков Геннадий Михайлович, Палагушкин Борис Владимирович                              | Микропроцессорные средства, микропроцессорные системы управления: программа, метод.разраб. и контрол. задания для студентов заоч. обучения                                   | Новосибирск: НГАВТ, 2008 |

### 7.1.3. Методические разработки

|      | Авторы, составители                                                                                      | Заглавие                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Издательство, год        |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Л3.1 | Кравченко Жорж Яковлевич, Палагушкин Борис Владимирович, Дёмин Юрий Васильевич, Алаев Евгений Георгиевич | Методическое руководство: [для студ. всех фак. СГУВТ по дисциплин. "Автоматизация технологических комплексов водного транспорта", "Автоматика на водном транспорте" и др.]                                                                                                               | Новосибирск: СГУВТ, 2015 |
| Л3.2 | Гросс В. Ю., Гурова Е. Г.                                                                                | Теория автоматического управления: метод. указ. к компьютерному варианту лаб. работ по курсу "Теория автоматического управления" для студентов спец. "Электропривод и автоматика промышленных установок и техн. комплексов", и "Эксп. судового электрооборудования и средств автоматики" | Новосибирск, 2010        |

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Назначение                                                                                                                             | Оборудование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа                                                                              | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; ПК (стационарный) 6 шт.; Лабораторные стенды: Функциональная схема электропривода FRS-520 - асинхронного двигателя короткозамкнутым ротором, Функциональная схема электропривода FR-A-540 - асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, Стенд основных встроенных и специальных встроенных функций, Функциональная схема электропривода FRE-540 - асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, Функциональная схема сервопривода MR-J2-10C-S100, Исследования работы ПЛК FX2n-32CCL с панелью оператора; Лабораторное оборудование: Система генератор—двигатель на одном валу, 3 шт., Осциллограф C1-93, Двигатель |
| Лаборатория автоматизированного электропривода с микропроцессорным управлением – учебная аудитория для проведения лабораторных занятий | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; ПК (стационарный) 6 шт.; Лабораторные стенды: Функциональная схема электропривода FRS-520 - асинхронного двигателя короткозамкнутым ротором, Функциональная схема электропривода FR-A-540 - асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, Стенд основных встроенных и специальных встроенных функций, Функциональная схема электропривода FRE-540 - асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, Функциональная схема сервопривода MR-J2-10C-S100, Исследования работы ПЛК FX2n-32CCL с панелью оператора; Лабораторное оборудование: Система генератор—двигатель на одном валу, 3 шт., Осциллограф C1-93, Двигатель |
| Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций                                                               | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; ПК (стационарный) 6 шт.; Лабораторные стенды: Функциональная схема электропривода FRS-520 - асинхронного двигателя короткозамкнутым ротором, Функциональная схема электропривода FR-A-540 - асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, Стенд основных встроенных и специальных встроенных функций, Функциональная схема электропривода FRE-540 - асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, Функциональная схема сервопривода MR-J2-10C-S100, Исследования работы ПЛК FX2n-32CCL с панелью оператора; Лабораторное оборудование: Система генератор—двигатель на одном валу, 3 шт., Осциллограф C1-93, Двигатель |
| Учебная аудитория для проведения практических                                                                                          | Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; ПК (стационарный) 6 шт.; Лабораторные стенды: Функциональная схема электропривода FRS-520 - асинхронного двигателя                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| занятий                             | короткозамкнутым ротором, Функциональная схема электропривода FR-A-540 - асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, Стенд основных встроенных и специальных встроенных функций, Функциональная схема электропривода FRE-540 - асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, Функциональная схема сервопривода MR-J2-10C-S100, Исследования работы ПЛК FX2n-32CCL с панелью оператора; Лабораторное оборудование: Система генератор—двигатель на одном валу, 3 шт., Осциллограф С1-93, Двигатель |
| Помещение<br>самостоятельной работы | для<br>Комплект учебной мебели; ПК – 1 шт., подключенных к сети "Интернет" и обеспечивающих доступ в электронную информационно-образовательную среду Университета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |