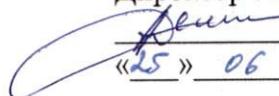


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШИТР

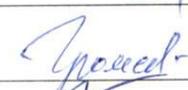
 Д.М. Сонькин  
 «25» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2017 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**Программное обеспечение АСУ ТП**

|   |  |         |   |
|---|--|---------|---|
| Направление подготовки/<br>специальность                | 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств |         |   |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | Автоматизация технологических процессов и производств          |         |   |
| Специализация   | Интеллектуальные системы автоматизации и управления            |         |   |
| Уровень образования                                     | высшее образование – бакалавриат                               |         |   |
| Курс  | 4  | семестр | 7 |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)          | 6  |         |   |
| Виды учебной деятельности                               | Временной ресурс   |         |   |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                    | Лекции   | 44      |   |
|   | Практические занятия   | -       |   |
|   | Лабораторные занятия   | 44      |   |
|   | ВСЕГО  | 88      |   |
| Самостоятельная работа, ч                               |  | 128     |   |
| ИТОГО, ч  |  | 216     |   |

|                              |         |                              |     |
|------------------------------|---------|------------------------------|-----|
| Вид промежуточной аттестации | экзамен | Обеспечивающее подразделение | ОАР |
|------------------------------|---------|------------------------------|-----|

|   |  |                |
|---|--|----------------|
| Зав. кафедрой - руководитель<br>ОАР ИШИТР |  | А. А. Филипас  |
| Руководитель ООП                          |   | Е. И. Громаков |
| Преподаватель ОАР                         |   | С. В. Ефимов   |

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся направления 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (п. 5.5 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

| Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА) | Семестр | Код компетенции | Наименование компетенции  | Результаты освоения ООП | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) |  |
|---|---------|-----------------|---|-------------------------|---|--|
|   |         |                 |   |                         | Код   | Наименование   |
| Программное обеспечение АСУ ТП                                | 8       | ПК(У)-4         | Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования | Р6                      | ПК(У)-4В7   | Владеет навыками применения средств разработки программного обеспечения автоматизированных систем управления; навыками импортирования/экспортирования разрабатываемого программного обеспечения автоматизированных систем управления |
|   |         |                 |   |                         | ПК(У)-4У7   | Умеет разрабатывать программно-алгоритмическое обеспечение; обеспечивать комплексное функционирование программного обеспечения верхнего и среднего уровней АСУ ТП  |
|   |         |                 |   |                         | ПК(У)-4В7   | Знает принципы построения автоматизированных систем управления; языки программирования контроллеров стандарта МЭК–61131–3; функциональные возможности программного обеспечения верхнего и среднего уровней АСУ ТП.                   |

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП**

Дисциплина относится к части вариативной части модуля специализации «Интеллектуальные системы автоматизации и управления» учебного плана образовательной программы.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |   | Компетенция |
|---|---|-------------|
| Код   | Наименование  |             |
| РД1   | Обоснованно выбирать программно-аппаратные комплексы для разработки АСУ ТП и разрабатывать для неё проектную документацию на основе знаний структур, принципов построения, функциональных возможностей АСУ ТП, основ построения программных комплексов и нормативной документации | ПК(У)-4     |
| РД2   | Разрабатывать алгоритмическое обеспечение АСУ ТП для последующего программирования  |             |
| РД3   | Применять языки программирования ПЛК стандарта МЭК 61131  |             |
| РД4   | Использовать базовые функциональные возможности (библиотечную элементную базу) программных комплексов МЭК 61131   |             |
| РД5   | Разрабатывать собственные библиотеки программных компонентов программных комплексов   |             |
| РД6   | Разрабатывать программное обеспечение ПЛК (среднего уровня АСУ ТП) в соответствии со стандартом МЭК 61131   |             |
| РД7   | Разрабатывать базовые элементы SCADA систем (программное обеспечение верхнего уровня АСУ ТП)  |             |
| РД8   | Обеспечивать совместное функционирование программного обеспечения среднего и верхнего уровня различных производителей   |             |

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинге-плане дисциплины.

### 4. Структура и содержание дисциплины

#### Основные виды учебной деятельности

| Разделы дисциплины                                      | Формируемый результат обучения по дисциплине | Виды учебной деятельности | Объем времени, ч. |
|---|--|---------------------------|-------------------|
| Раздел 1. Понятие, состав, структура и функции АСУ      | РД-1   | Лекции                    | 8                 |
|   |  | Практические занятия      | –                 |
|   |  | Лабораторные занятия      | –                 |
|   |  | Самостоятельная работа    | 8                 |
| Раздел 2. Алгоритмическое и программное обеспечение ПЛК | РД-2   | Лекции                    | 18                |
|   | РД-3   | Практические занятия      | 24                |
|   | РД-4   | Лабораторные занятия      | 18                |
|   | РД-5   | Самостоятельная работа    | 90                |
|   | РД-6   |                           |                   |
| Раздел 3. Программное обеспечение верхнего уровня       | РД-7<br>РД-8                                 | Лекции                    | 6                 |
|   |  | Практические занятия      | 8                 |
|   |  | Лабораторные занятия      | 6                 |
|   |  | Самостоятельная работа    | 30                |

#### Содержание разделов дисциплины:

##### Раздел 1. Понятие, состав, структура и функции АСУ

Данный раздел предназначен для погружения в дисциплину ПО АСУ ТП. Даются определения АСУ, АСУ ТП, АСУ П и ИАСУ и рассматривается их роль в комплексных системах.

В разделе отражены признаки классификации и непосредственно сама классификация в

соответствии с выделенными признаками.

Представлен состав и различные структуры АСУ ТП с указанием достоинств и недостатков. Приведены функции АСУ ТП с разделением по их основным элементам среднего и верхнего уровня: ПЛК и SCADA.

**Темы лекций:**

1. Понятия, классификация и структуры АСУ ТП.
2. Функции АСУ ТП.
3. Разработка проектной документации

|  |
|--|
| <b>Раздел 2. Алгоритмическое и программное обеспечение ПЛК</b> |
|--|

В разделе рассматриваются вопросы, связанные с нормативной документацией, в частности, стандарт МЭК 61131. Особенности программных комплексов, предназначенных для программирования ПЛК. Обзор существующих программных комплексов для разработки кода ПЛК.

Основная доля раздела отведена под изучение языков программирования ПЛК стандарта МЭК 61131: IL, LD, FBD, ST, SFC.

В свою очередь, лабораторные работы посвящены формированию навыков программирования в программной среде CoDeSys с использованием языков программирования стандарта МЭК 61131.

Практические работы посвящены разработке алгоритмов и программного обеспечения, направленных на решение задач реального сектора: первичная обработка сигналов, формирование управляющих сигналов, разработка элементов системы регулирования, стабилизация технологических параметров, сигнализация и блокировки и др.

**Темы лекций:**

1. Стандарт МЭК 61131.
2. Комплексы проектирования ПО ПЛК.
3. Инструменты проектирования ПО ПЛК.
4. Данные и переменные. Память ПЛК.
5. Компоненты ПО ПЛК
6. Языки стандарта МЭК 61131.
7. Элементная база ПО ПЛК.

**Темы практических занятий:**

1. Первичная обработка сигналов.
2. Формирование управляющих сигналов.
3. Алгоритмы дифференцирования сигналов.
4. Алгоритмы интегрирования сигналов.
5. Разработка регулятора.
6. Стабилизация уровня жидкости в резервуаре.

**Названия лабораторных работ:**

1. Знакомство с программной средой CoDeSys на примере проекта следящей системы.
2. Изучение языка программирования IL.
3. Изучение языка программирования LD.
4. Изучение языка программирования FBD.
5. Изучение языка программирования ST.
6. Изучение языка программирования SFC.

|  |
|--|
| <b>Раздел 3. Программное обеспечение верхнего уровня</b> |
|--|

В разделе рассматриваются вопросы, связанные с понятием SCADA, назначением диспетчерских станций оператора и функциональными возможностями. В разделе уделяется внимание инструментальным и эксплуатационным свойствам SCADA и экономической

эффективности SCADA.

На завершающей стадии рассматриваются технологии передачи информации, на примере OPC, и организация работы комплексного программного обеспечения АСУ ТП различных производителей.

Лабораторные работы данного раздела посвящены формированию навыков работы со SCADA, на примере MasterSCADA.

На практических занятиях предлагается решение задач реального сектора: передача данных между ПЛК и SCADA, а также разработка системы сигнализации и противоаварийной защиты.

#### **Темы лекций:**

1. SCADA-системы
2. Технология передачи данных.
3. OPC-сервер.

#### **Темы практических занятий:**

1. Организация взаимодействия ПЛК и SCADA.
2. Сигнализация и противоаварийная защита.

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Знакомство с программной средой MasterSCADA на примере задачи стабилизации уровня.
2. Функциональные возможности MasterSCADA на примере задачи построения маршрутов перекачки нефти.

### **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **6.1. Учебно-методическое**

##### **Основная литература**

1. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009. – 608 с.
2. И.Г. Минаев, В.В. Самойленко Программируемые логические контроллеры. Практическое руководство для начинающего инженера. – Ставрополь: АГРУС, 2009. – 100 с.
3. Парр Э. Программируемые контроллеры: руководство для инженера; пер. 3-го англ. изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 516 с.
4. Стефани Е.П. Основы построения АСУТП. - М.: Энергоиздат, 1982.
5. Яковлев В.Б. Автоматизированное управление технологическими процессами: Учебное пособие. - Л.: ЛГУ, 1988.
6. Строганов Р.П. Управляющие машины и их применение. - М.: Высш. шк., 1986.
7. Петров И.В., Дьяконов В.П. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и инструменты. - М.: СОЛОН-Пресс, 2003.

8. MastcrSCADA. Документация. - Режим доступа: <http://insat.ru>, вход свободный.
9. Стандартные языки программирования контроллеров // Режим доступа: <http://texproc.ru/index.php/ispiu/95-sjpisipip?start=2> (дата обращения: 05.08.2011).
10. Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys 2.3 / под ред. ПК Пролог – Смоленск: Редакция RU 2.5, для CoDeSys V2.3.6.x, 2006. – 455 с.
11. ГОСТ 34.601-90
12. ГОСТ 21.101
13. ГОСТ 21.408-2013

#### **Дополнительная литература**

1. Аристова Н.И., Корнеева А.И. Промышленные программно-аппаратные средства на отечественном рынке АСУ ТП. - М: Научтехлитиздат, 2001.
2. Олссон Г. Пиани Д. Цифровые системы автоматизации и управления. - СПб: Невский Диалект, 2001.
3. Изерман Р. Цифровые системы управления: Пер. с англ. - М.: Мир, 1984.
4. Куликовский К.Л., Купер В.Я. Методы и средства измерений. - М.: Энергоатом издат, 1986.
- 5.
6. Katsuhiko Ogata Modern Control Engineering – USA: Prentice Hall, 2010. – 894 p.
7. Kevin Roebuck Scada: High-Impact Strategies – What You Need to Know: Definitions, Adoptions, Impact, Benefits, Maturity, Vendors – USA: Emereo Pty Limited, 2011 – 166 p.
8. Деменков Н.П. Программные средства оптимизации настройки систем управления: Учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 244 с.
9. А.К. Нарышкин. Цифровые устройства и микропроцессоры. М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 320 с.
10. Lange J. Free choice of platform. The next OPC Generation. – Softing AG ([www.softing.com](http://www.softing.com)). Nov. 2006. – 4 p.
11. OPC Foundation. OPC unified architecture. Release candidate specification. Part 1: Concepts. Version 1.20 June 1. 2006. – 25 p. А.Н. Юрасов Теория построения релейных схем. – М. – Л.: Госэнергоиздат, 1962. – 120 с.

## **6.2. Информационное и программное обеспечение**

Для успешного освоения дисциплины, студент использует следующие **программные средства**:

- программный пакет CodeSys для разработки программного обеспечения на языках стандарта МЭК 61131-3, предназначенного для промышленных контроллеров;
- программный пакет MasterSCADA для разработки интерфейса диспетчерской станции оператора;
- программный продукт MathCAD, предназначенный для произведения математических расчетов;
- программные пакеты MATLAB для моделирования систем управления и настройки регуляторов.

#### **Профессиональные Базы данных:**

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Visual Studio 2015
2. Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement;
3. Visual C++ Redistributable Package; PascalABC.NET;
4. MATLAB Full Suite R2020a TAN Concurrent; MathType 6.9 Lite;

5. K-Lite Codec Pack;
6. GNU Lesser General Public License 3;
7. GNU General Public License 2 with the Classpath Exception;
8. GNU General Public License 2;
9. Far Manager;
10. Chrome.

## 7. Описание материально-технической базы, необходимой для проведения дисциплины

При проведении дисциплины в учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование:

| № п/п | Наименование специальных помещений   | Наименование оборудования  |
|-------|--|--|
| 1     | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, ауд. 107                      | Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест;<br>Компьютер - 1 шт.;<br>Проектор - 2 шт.   |
| 2     | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс)<br>634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, ауд. 108 | Учебный комплект на базе промыш. микропроцессорного контроллера Simatic S7-200 - 1 шт.;<br>Доска аудиторная настенная - 1 шт.;<br>Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест;<br>Компьютер - 15 шт. |
| 3     | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс)<br>634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, ауд. 109 | Доска аудиторная настенная - 1 шт.;<br>Комплект учебной мебели на 17 посадочных мест;<br>Компьютер - 15 шт.  |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, профиль / специализация «Интеллектуальные системы автоматизации и управления» (прием 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность | ФИО          |
|-----------|--------------|
| Доцент    | С. В. Ефимов |

Программа одобрена на заседании кафедры СУМ № 5 от 17.05.2017

Зав. кафедрой – руководитель ОАР ИШИТР,  
к.т.н., доцент,



А. А. Филипас

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год           | Содержание /изменение  | Обсуждено на заседании Отделения автоматизации и робототехники (протокол) |
|-----------------------|--|---|
| 2018/2019 учебный год | 1. Обновлено программное обеспечение<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем<br>3. Обновлено содержание дисциплин и практик<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС<br>5. Реорганизована структура университета | Протокол от «05» июня 2018 г. № 6   |
|                       | 5. Изменена система оценивания   | От «30» августа 2018 г. № 7   |
| 2019/2020 учебный год | 1. Обновлено программное обеспечение<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем<br>3. Обновлено содержание дисциплин и практик<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС   | Протокол от «28» июня 2019 г. № 18а                                       |