

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Филиал «Протвино»
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Университет «Дубна»
(филиал «Протвино» государственного университета «Дубна»)
Кафедра «Автоматизация технологических процессов и производств»

УТВЕРЖДАЮ
Директор

_____/Евсиков А.А./
подпись Фамилия И.О.

« 16 » мая 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Автоматизация технологических процессов и производств

наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

код, наименование

Уровень высшего образования

бакалавриат

бакалавриат, магистратура, специалитет

Направленность (профиль) образовательной программы

Автоматизация технологических процессов и производств

Форма обучения

очная, заочная

очная, очно-заочная, заочная

Протвино, 2025

Автор(ы) программы:

Коковин В.А., доцент, к.т.н., доцент,
кафедра «Автоматизация технологических процессов и производств»

*Фамилия И.О., должность, ученая степень (при наличии),
ученое звание (при наличии), кафедра;*

_____ *подпись*

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению
подготовки высшего образования

15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

_____ *(код и наименование направления подготовки (специальности))*

Программа рассмотрена на заседании кафедры

«Автоматизация технологических процессов и производств»

_____ *(название кафедры)*

Протокол заседания № 7 от «24» апреля 2025 г.

Заведующий кафедрой Евсиков А.А.
(Фамилия И.О., подпись)

«__»_____ 20__г.

Эксперт (рецензент):

*(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность; если текст рецензии не прикладывается –
подпись эксперта (рецензента), заверенная по месту работы)*

Оглавление

1 Цели и задачи освоения дисциплины	4
2 Место дисциплины в структуре ОПОП	4
3 Планируемые результаты обучения по дисциплине	5
4 Объем дисциплины	5
5. Содержание дисциплины	6
6 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине.....	13
7 Фонды оценочных средств по дисциплине	13
8 Ресурсное обеспечение.....	15
Приложение к рабочей программе дисциплины.....	19

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Дисциплина «Автоматизация технологических процессов и производств» **имеет целью** сформировать у обучающихся профессиональную ПК-3 компетенцию в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» с учетом направленности бакалаврской программы – «Автоматизация технологических процессов и производств».

Целями изучения дисциплины «Автоматизация технологических процессов и производств» являются:

- получение студентами знаний о способах повышения эффективности производственного процесса в машиностроении;
- ознакомление студентов с практическими проблемами разработки, исследования и реализации систем автоматизации производственных процессов, методическими, алгоритмическими и техническими средствами решения этих проблем;
- подготовка студентов к самостоятельному решению теоретических и прикладных задач автоматизации технологических процессов и производств.

Задачи изучения дисциплины охватывают теоретические и практические компоненты деятельности подготавливаемого специалиста.

Специфика курса учитывает особенности информационных технологий для студентов с ограниченными возможностями здоровья. Преподавание данного курса происходит с использованием адаптированной компьютерной техники.

Объектами профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются:

- продукция и оборудование различного служебного назначения предприятий и организаций, производственные и технологические процессы ее изготовления;
- системы автоматизации производственных и технологических процессов изготовления продукции различного служебного назначения, управления ее жизненным циклом и качеством, контроля, диагностики и испытаний;
- нормативная документация;
- средства технологического оснащения автоматизации, управления, контроля, диагностирования, испытаний основного и вспомогательного производств, их математическое, программное, информационное и техническое обеспечение, а также методы, способы и средства их проектирования, изготовления, отладки, производственных испытаний, эксплуатации и научного исследования в различных отраслях национального хозяйства.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Автоматизация технологических процессов и производств» Б1.В.07 относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной дисциплиной.

Дисциплина преподается в VII семестре IV курса.

Приступая к изучению дисциплины «Автоматизация технологических процессов и производств», студент имеет знания и навыки по дисциплинам: «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Инженерная графика», «Теоретическая механика», «Физика», «Электротехника и электроника», «Оборудование машиностроительным производством», «Технические измерения и приборы», «Технические средства автоматизации», «Теория автоматиче-

ского управления». «Автоматизированный электропривод», «Программное обеспечение систем управления». «Технологические процессы автоматизированных производств»

3 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Формируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и формулировка)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-3. Способен разрабатывать рабочий проект гибких производственных систем в машиностроении и осуществлять выбор программного обеспечения для системы управления гибкими производственными системами</i>	ПК-3.1. Выполняет разработку сборочных чертежей рабочего проекта гибких производственных систем	Знать принцип работы, технические характеристики модулей гибких производственных систем
		Уметь оформлять пояснительную записку рабочего проекта гибких производственных систем
		Владеть способностью разрабатывать технические проекты с использованием средств автоматизации проектирования
	ПК-3.2. Проводит анализ существующих программных сред для управления гибкими производственными системами	Знать современные программные среды для управления гибкими производственными системами
		Уметь выбирать программы на языках программирования высокого уровня
		Уметь выбирать прикладные пакеты программ для разработки управляющих программ для гибких производственных систем
	ПК-3.3. Осуществляет написание программ для систем управления гибкими производственными системами	Уметь разрабатывать управляющие программы для гибких производственных систем
		Владеть навыками использования прикладных пакетов программ для разработки управляющих программ для гибких производственных систем

Результат обучения сформулирован с учетом следующих профессиональных стандартов:

- Профессиональный стандарт 40.152 «Специалист по проектированию гибких производственных систем в машиностроении», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 01 февраля 2017 г. № 117н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 22 февраля 2017 г., регистрационный № 45783).

4 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет:

- 4 зач. ед., всего 144 академ. ч. на очной форме обучения,
- 4 зач. ед., всего 144 академ. ч. на заочной форме обучения.

5. Содержание дисциплины

Очная форма обучения

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (академ. часы)	в том числе:						Самостоятельная работа обучающегося
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)						
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	КРП*	...	Всего	
VII семестр								
Раздел 1. Введение. Автоматизация технологических процессов. Тема 1.1. Основные цели и задачи автоматизации. Тема 1.2. Управление процессом в реальном времени.	2	2					2	5
Раздел 2. Особенности систем цифрового управления. Тема 2.1. Задачи цифрового управления. Тема 2.2. Модельные примеры цифрового управления.	2	2					2	5
Раздел 3. Типы автоматизированных систем Тема 3.1. Автоматизированные системы массового и крупносерийного производства. Тема 3.2. Автоматизированные системы серийного и мелкосерийного производства	4	4					4	5
Раздел 4. Системы обеспечения функционирования автоматизированного производства. Тема 4.1. Системы манипулирования. Тема 4.2. Системы транспортирования. Тема 4.3. Системы накопления	8	4		4			8	5
Раздел 5. Системы управления технологическим оборудованием. Тема 5.1. Системы управления основным технологическим оборудованием. Тема 5.2. Архитектура, задачи, конфигурация и функции систем ЧПУ Тема 5.3. Системы управления вспомогательным	36	6		6			12	5

технологическим оборудованием. Тема 5.4. Основные характеристики и задачи решаемые ПЛК.								
Раздел 6. Основы программирования ПЛК. Тема 6.1. Структура программ ПЛК. Тема 6.2. Операции и команды программы ПЛК.	26	6		20			26	6
Раздел 7. Проектирование систем управления цикловой автоматикой. Тема 7.1. Разработка циклограммы управления вспомогательным оборудованием. Тема 7.2. Разработка диаграммы алгоритма работы цикловой автоматики.	27	2					2	6
Раздел 8. Особенности использования промышленных роботов (ПР) в автоматизированных системах Тема 8.1. Технические характеристики, элементы управления ПР. Разработка элементарных действий ПР. Тема 8.2. Разработка принципиальной схемы системы управления. Разработка таблицы подключения ПР к ПЛК.	8	4		4			8	6
Раздел 9. Распределенные системы управления при автоматизации технологических процессов. Тема 9.1. Проектирование распределенных систем управления через функциональные блоки. Тема 9.2. Стандарт МЭК-61499 - открытый стандарт распределенных систем управления и автоматизации	4	4					4	6
Промежуточная аттестация: - экзамен	27 ¹	X						
Итого по дисциплине	144	34		34			68	49

Заочная форма обучения

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (академ. часы)	в том числе:						Самостоятельная работа обучающегося
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)						
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	КРП*	...	Всего	
VII семестр								
Раздел 1. Введение. Автоматизация технологических процессов. Тема 1.1. Основные цели и задачи автоматизации. Тема 1.2. Управление процессом в реальном времени.	15	1					1	14
Раздел 2. Особенности систем цифрового управления. Тема 2.1. Задачи цифрового управления. Тема 2.2. Модельные примеры цифрового управления.	15	1					1	14
Раздел 3. Типы автоматизированных систем Тема 3.1. Автоматизированные системы массового и крупносерийного производства. Тема 3.2. Автоматизированные системы серийного и мелкосерийного производства	15	1					1	14
Раздел 4. Системы обеспечения функционирования автоматизированного производства. Тема 4.1. Системы манипулирования. Тема 4.2. Системы транспортирования. Тема 4.3. Системы накопления	16	1		1			2	14
Раздел 5. Системы управления технологическим оборудованием. Тема 5.1. Системы управления основным технологическим оборудованием. Тема 5.2. Архитектура, задачи, конфигурация и функции систем ЧПУ Тема 5.3. Системы управления вспомогательным технологическим оборудованием. Тема 5.4. Основные характеристики и задачи	15			1			1	14

решаемые ПЛК.								
Раздел 6. Основы программирования ПЛК. Тема 6.1. Структура программ ПЛК. Тема 6.2. Операции и команды программы ПЛК.	15			1			1	14
Раздел 7. Проектирование систем управления цикловой автоматикой. Тема 7.1. Разработка циклограммы управления вспомогательным оборудованием. Тема 7.2. Разработка диаграммы алгоритма работы цикловой автоматики.	15			1			1	14
Раздел 8. Особенности использования промышленных роботов (ПР) в автоматизированных системах Тема 8.1. Технические характеристики, элементы управления ПР. Разработка элементарных действий ПР. Тема 8.2. Разработка принципиальной схемы системы управления. Разработка таблицы подключения ПР к ПЛК.	14							14
Раздел 9. Распределенные системы управления при автоматизации технологических процессов. Тема 9.1. Проектирование распределенных систем управления через функциональные блоки. Тема 9.2. Стандарт МЭК-61499 - открытый стандарт распределенных систем управления и автоматизации	15							15
Промежуточная аттестация: - экзамен	9	X						
Итого по дисциплине	144	4		4			8	127

Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение. Автоматизация технологических процессов.

Тема 1.1. Основные цели и задачи автоматизации.

Автоматизация технологического процесса – совокупность методов и средств, предназначенная для реализации системы или систем, позволяющих осуществлять управление производственным процессом без непосредственного участия человека. Основные цели автоматизации технологического процесса: повышение эффективности производственного процесса, повышение безопасности производственного процесса. Задачи автоматизации технологического процесса: улучшения качества регулирования, повышение коэффициента готовности оборудования, улучшения эргономики труда операторов процесса.

Тема 1.2. Управление процессом в реальном времени.

Понятие системы реального времени. Характеристики процессов систем реального времени: критический срок обслуживания, предельный срок завершения какой-либо работы (дедлайн), время отклика (время задержки) системы на внешние события (латентность), разброс значений времени отклика (джиттер). Применение компьютера в управлении процессом. Свойства реального технологического процесса – параллельность. Использование ПЛИС в гибридных вычислителях. Последовательное программирование. Программирование на основе прерываний.

Раздел 2. Особенности систем цифрового управления

Тема 2.1. Задачи цифрового управления

Технологии, концепции и инструменты цифрового управления: система управления жизненным циклом изделия (PDM/PLM-система), управление технологическими процессами (CAM), управление материальными ресурсами (ERP), технологии больших данных (BigData), промышленный интернет вещей (IIoT), облачные вычисления (Cloud Computing), промышленные цифровые интерфейсы (Profibus, Profinet, CAN, RS-485)/ Цифровая трансформация производства – повышение эффективности. Задача автоматизации управления технологическими процессами с использованием цифровых АСУТП.

Тема 2.2. Модельные примеры цифрового управления

Управление прессом для производства изделий из пластика. Последовательность технологических операций при одновременном регулировании температуры и движением поршня пресса при управлении от компьютера. Пример цифровой автоматизированной системы для управления многофункциональной методической печью, в составе: ПЛК S7-1200, интерфейс Profinet, концевые датчики, двигатели, платформа для разработки программы – TIA-Portal.

Раздел 3. Типы автоматизированных систем

Тема 3.1. Автоматизированные системы массового и крупносерийного производства

Поточные методы организации производства. Автоматические линии для комплексной обработки сложных деталей в условиях массового и крупносерийного производства. Основные организационные особенности массового производства: низкая номенклатура, большой объем выпуска изделий, узкая специализация рабочих мест, расположение оборудования по ходу технологического процесса в порядке выполнения операций. Пример массового производства (автомобили, производство комплектующих).

Тема 3.2. Автоматизированные системы серийного и мелкосерийного производства

Гибкое автоматизированное производство. Организация мелкосерийного производства с быстроперенастраиваемым многоцелевым оборудованием: использовании металлообрабатывающих станков с ЧПУ, роботов-манипуляторов, ЭВМ. Распределенное управление основным и вспомогательным оборудованием.

Раздел 4. Системы обеспечения функционирования автоматизированного производства

Тема 4.1. Системы манипулирования

Основные требования к устройствам манипулирования. Основные функции устройств манипулирования: загрузка - выгрузка изделий, замена инструментов, установка - снятие приспособлений. Портальные, напольные и пристаночные роботы как элементы манипулирования робототехнических комплексов. Накопители инструментов с загрузочным устройством. Автооператоры. Магазины инструментов дискового и барабанного типов.

Тема 4.2. Системы транспортирования

Транспортные средства автоматизированных систем. Конвейерные системы. Подвесные и напольные системы транспортирования. Рольганги. Рельсовые транспортные тележки. Автономный транспортный робот. Беспилотные транспортные средства типа AGV. Навигация транспортных средств: оптическая, индукционная, радионаведение.

Тема 4.3. Системы накопления

Автоматические склады, выполненные в виде многоярусных стеллажей. Портальные роботы. Основные функции штабелеров автоматических складов: перемещение изделий между транспортной системой автоматизированной системы и зоной хранения, загрузка и разгрузка ячеек стеллажей, комплектация партий изделий из числа находящихся на складе. Основные виды конструкций стеллажных штабелеров: штабелеры с опорой на стеллажи, конструкция штабелера с трансбордерным устройством. Рабочий цикл автоматического штабелера.

Раздел 5. Системы управления технологическим оборудованием

Тема 5.1. Системы управления основным технологическим оборудованием

Понятие основного оборудования робототехнических комплексов (РТК). Классификация систем управления технологическим оборудованием. Особенности и характеристики систем управления. Структура систем управления основным оборудованием. Системы числового программного управления (СЧПУ).

Тема 5.2. Архитектура, задачи, конфигурация и функции систем ЧПУ

Классификация СЧПУ: по типу потоков информации (разомкнутые, замкнутые, адаптивные), по принципу использования приводов (ступенчатая система, шаговая система), по возможностям и способу позиционирования (абсолютный, относительный отсчет), по количеству координат. Структура систем числового программного управления. Контурные, универсальные, позиционные системы ЧПУ. Три типа датчиков обратной связи: импульсные, кодовые и фазовые, преобразующие перемещение исполнительного органа в электрический сигнал. Интерполяторы: принцип работы. Структурные схемы линейных и круговых интерполяторов, работающих по методу оценочной функции. Структура и характеристики ЧПУ SINUMERIK 840D и SINUMERIK ONE корпорации SIEMENS AG. Программирование в G и M кодах. Интегрированные пакеты для разработки программ для ЧПУ.

Тема 5.3. Системы управления вспомогательным технологическим оборудованием.

Понятие вспомогательного оборудования РТК. Роботы манипуляторы. Конвейерные и пристаночные накопители заготовок и готовых изделий. Загрузочные устройства. Инструментальные барабаны. Структура систем управления вспомогательным оборудованием. Системы управления вспомогательным оборудованием на базе программируемых логических контроллеров (ПЛК).

Тема 5.4. Основные характеристики и задачи решаемые ПЛК

Основные характеристики ПЛК. Принцип работы ПЛК. Выполнение логики управления с помощью ПЛК. Структура цикла ПЛК S7-200 фирмы SIEMENS. Система гальванической развязки входов и выходов ПЛК. ПЛК фирмы ОВЕН: характеристики, функции. ПЛК семейства SIMATIC: S7-300, S7-400, S7-1200, S7-1500.

Раздел 6. Основы программирования ПЛК.

Тема 6.1. Структура программ ПЛК.

Линейная программа. Составная программа. Структурная программа. Подпрограммы. Программы обработки прерываний. Интерактивная работа с центральным процессором: перевод центрального процессора в режим RUN или STOP, загрузки программы из памяти центрального процессора в программатор/ компьютер, загрузки программы из программатора/ компьютера в память центрального процессора, Программирование на языках STL, LAD и FBD. Международный стандарт IEC 61131. Интегрированные программные пакеты **STEP-7 Micro/Win, TIA Portal** фирмы SIEMENS. Интегрированный программный пакет CoDeSys.

Тема 6.2. Операции и команды программы ПЛК.

Битовые, арифметические операции. Команды обмена данными, сравнения, перемещения, счета и таймирования. Области памяти ПЛК. Идентификаторы областей памяти. Адресация структурных единиц памяти: бит, байт, слово, двойное слово. Прямая и косвенная адресации. Символьная адресация. Операторы коммуникационного обмена данными с другими ПЛК.

Раздел 7. Проектирование систем управления цикловой автоматикой.

Тема 7.1. Разработка циклограммы управления вспомогательным оборудованием.

Методика проектирования цикла обработки на металлообрабатывающих станках. Понятия циклограмм работы исполнительных механизмов. Особенности построения циклограмм при последовательном, совмещенном и комбинированном циклах. Достоинства и недостатки различных циклов. Способы представления циклограмм: табличный, графический. Способ проектирования циклограмм для пояснения работы гидро- или пневмоэлектрических элементов управления.

Тема 7.2. Разработка диаграммы алгоритма работы цикловой автоматики.

Методика создания диаграмм алгоритмов управляющих систем. Операторы диаграммы: начальные операторы, заключительные операторы, логические операторы, вычислительные операторы. Диаграммы DFD (Data Flow Diagrams) – диаграммы потоков данных.

Раздел 8. Особенности использования промышленных роботов (ПР) в автоматизированных системах.

Тема 8.1. Технические характеристики, элементы управления ПР. Разработка элементарных действий ПР. Технические характеристики, элементы управления ПР. Разработка элементарных действий ПР.

Технические характеристики промышленных роботов как элементов вспомогательного оборудования автоматизированных технологических систем. Типы приводов ПР: пневмопривод, гидропривод, электропривод. Число и система координат ПР. Коммуникационные интерфейсы. Система датчиков обратной связи при позиционировании ПР. Использование циклограмм при разработке элементарных действий ПР.

Тема 8.2. Разработка таблицы подключения ПР к ПЛК.

Разработка таблицы соответствия входных переменных и входов ПЛК, выходных переменных и выходов ПЛК. Разработка таблицы состояний при управлении ПР от ПЛК. Анализ таблицы состояний для определения уникальности (не пересечения) условий выполнения операторов программы.

Раздел 9. Распределенные системы управления при автоматизации технологических процессов.

Тема 9.1. Проектирование распределенных систем управления через функциональные блоки.

Язык FBD (Function Block Diagram) IEC 61131-3. Расширение функциональных возможностей Function Block – событийный интерфейс. Инкапсуляция алгоритма в Function

Block. Сеть связанных между собой Function Block. Реализация Function Block на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС). Пример реализации распределенной системы таймирования ускорителя на базе ПЛИС.

Тема 9.2. Стандарт МЭК-61499 - открытый стандарт распределенных систем управления и автоматизации

Способ построения систем управления распределенными технологическими процессами на основе стандарта IEC 61499. Термины и понятия: приложения (*applications*), устройства (*devices*), ресурсы. Структура распределенных систем управления на основе стандарта IEC 61499. Программные платформы для разработки управляющих программ в стандарте IEC 61499: ISaGRAF, nxtSTUDIO.

При реализации дисциплины (модуля) организуется практическая подготовка путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка при изучении дисциплины реализуется:

- непосредственно в университете (филиале);
- в структурном подразделении университета (филиала), предназначенном для проведения практической подготовки.

6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

Для обеспечения реализации программы дисциплины разработаны:

- методические материалы к лабораторным занятиям;
- методические материалы по организации самостоятельной работы обучающихся;
- методические материалы по организации изучения дисциплины (модуля) с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- методические рекомендации для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по освоению программы дисциплины;

Методические материалы по дисциплине (модулю) и образовательной программе в целом представлены на официальном сайте образовательной организации (раздел «Сведения об образовательной организации» – Образование – Образовательные программы).

7 Фонды оценочных средств по дисциплине

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы по дисциплине разработаны фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения (знания, умения, навыки) и сформированные (формируемые) компетенции.

Эти фонды включают теоретические вопросы, контрольные работы, домашние работы, и иные оценочные материалы, используемые при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении к рабочей программе.

При необходимости обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются оценочными материалами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

8 Ресурсное обеспечение

Перечень литературы

Основная учебная литература

1. Клепиков В.В. Автоматизация производственных процессов : Учебное пособие / В. В. Клепиков, Н. М. Султан-заде, А. Г. Схиртладзе. - М. : ИНФРА-М, 2018. - 208с. : ил. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011109-4. - ISBN 978-5-16-103175-9. Клепиков, В. В. Автоматизация производственных процессов : учебное пособие / В.В. Клепиков, Н.М. Султан-заде, А.Г. Схиртладзе. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 208 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/18466. - ISBN 978-5-16-011109-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1788626> (дата обращения: 04.05.2023). – Режим доступа: по подписке.
2. Иванов, А. А. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / А.А. Иванов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 224 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-521-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1157117> (дата обращения: 28.04.2023). – Режим доступа: по подписке.
3. Сосонкин, В.Л. Системы числового программного управления: учебное пособие / В.Л. Сосонкин, Г.М. Мартинов. – М.: Логос, 2005. – 296 с. – (Новая университетская библиотека).

Дополнительная учебная литература

1. Денисенко, В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. – М.: Горячая линия-Телеком, 2009. – 608 с.: ил.
2. Коковин В.А. Лабораторные работы по дисциплине "Автоматизация технологических процессов и производств" : Методическое пособие / В. А. Коковин. - М. : Прометей, 2013. - 67 с.: ил. – ISBN 978-5-7042-2506-5
Коковин В.А. Лабораторные работы по дисциплине "Автоматизация технологических процессов и производств" : электронное методическое пособие / В.А. Коковин; Рец. А.П.Леонов; А.Н.Сытин. - Протвино : Филиал "Протвино" государственного университета "Дубна", 2017. – 67 с. : ил. - Текст : электронный. // Веб-сайт филиала «Протвино» государственного университета «Дубна». – URL: http://www.uniprotvino.ru/images/publications/ump_atp/atp_em_19.pdf. (дата обращения: 28.04.2023). Режим доступа ограниченный, по логину и паролю.
3. Олссон Г. и Пиани Дж. Цифровые системы автоматизации и управления. - 3-е изд. перераб. и доп. - СПб.: Невский Диалект, 2001. - 557 с.: ил.

• Периодические издания

- Обработка металлов (Технология, оборудование, инструменты): рецензируемый научно-теоретический и производственный журнал. / Учредители: Новосибирский государственный технический университет; ОАО НПП и ЭИ «Оргстанкинпром»; ООО НПКФ «Машсервисприбор»; гл. ред.: Батаев А.А. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет. – Журнал выходит 4 раза в год. - Основан в 1999. - ISSN: 1994-6309 – Текст : непосредственный (подписка на печатное издание)
- Робототехника и техническая кибернетика: Научно-технический журнал. / Учредитель: ЦНИИ опытно конструкторский институт робототехники и технической кибернетики; гл. ред. Лопота А.В. СПб.: ЦНИИ РТК. – Журнал выходит 4 раза в год. - Основан в 2013 г. - ISSN: 2310-5305 – Текст : непосредственный (подписка на печатное издание)
- Современные технологии автоматизации: профессиональный научно-технический журнал. / Учредитель: ООО «СТА-ПРЕСС»; гл. ред. Сорокин С.А. - М.: Издательство «СТА-ПРЕСС», - Журнал выходит 4 раза в год. - Основан в 1996 г. - ISSN 0206-975X. – Текст : непосредственный (подписка на печатное издание)

- **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Электронно-библиотечные системы и базы данных

1. ЭБС «Znaniy.com»: <https://znaniy.com/>
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://urait.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <https://biblioclub.ru/>
5. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.рф/>
7. Базы данных российских журналов компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/>

Научные поисковые системы

1. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>
2. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций. <https://scholar.google.ru/>
3. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

1. Открытое образование <https://openedu.ru/>

- **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы**

Проведение практических занятий по дисциплине предполагает использование задачников.

Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определённом порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.

Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программы Open office, свободная лицензия, код доступа не требуется).

- **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости)**

Проведение лекционных занятий предполагает использование комплектов слайдов и программных презентаций по рассматриваемым темам.

Проведение практических занятий по дисциплине предполагается использование специализированных аудиторий, оснащенных персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть и имеющих доступ к ресурсам глобальной сети Интернет.

Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определённом порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.

Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программы Open office, свободная лицензия, код доступа не требуется).

В филиале «Протвино» государственного университета «Дубна» созданы условия для обучения людей с ограниченными возможностями: использование специальных образовательных программ и методов обучения, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индиви-

дуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающим обучающимся необходимую техническую помощь, обеспечение доступа в здания организации.

Имеется универсальное средство для подъема и перемещения инвалидных колясок – пандус-платформа складной.

Компьютерные классы оборудованы столами для инвалидов с ДЦП, также здесь оборудованы рабочие места для лиц с ОВЗ: установлены специальный программно-технологический комплекс позволяющий работать на них студентам с нарушением опорно-двигательного аппарата, слабовидящим и слабослышащим. Имеются гарнитуры компактные, беспроводная клавиатура с большими кнопками, беспроводной компьютерный джостик с двумя выносными кнопками, беспроводной ресивер, беспроводная выносная большая кнопка, портативное устройство для чтения печатных материалов.

Специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, в том числе в формате печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы) имеются в ЭБС, на которые подписан филиал.

Наличие на сайте справочной информации о расписании учебных занятий в адаптированной форме доступной для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, являющихся слепыми или слабовидящими.

- **Описание материально-технической базы**

- Кабинет «Автоматизация технологических процессов»:**

- посадочные места по количеству обучающихся;
 - рабочее место преподавателя;
 - комплект учебно-наглядных пособий ("Средства автоматизации и управления Siemens", САУ-МАКС-Siemens-НН в составе: ПЛК S7-1200; панель КР 300; программируемое устройство LOGO; преобразователь SINAMICS; асинхронный двигатель; ноутбук);
 - комплект учебно-наглядных пособий ("Система автоматического управления ОВЕН", САУ-ОВЕН-НН в составе: ПЛК110; панель СП270; программируемое реле ПР 114; преобразователь ОВЕН ПЧВ 101; регулятор ТРМ200; макет методической печи; датчики; асинхронный двигатель; ноутбук).
 - комплект учебно-наглядных пособий ("Автоматизированная система управления технологического процесса", АСУ-ТП-СК в составе: ПЛК верхнего уровня S7-1500; ПЛК полевого уровня S7-1200; панель КТР 400; станция распределенной периферии ET 200; программируемое устройство LOGO; преобразователь SINAMICS V20; макеты грузового лифта, пневмопривода, методической печи; датчики; асинхронный двигатель; индикация состояния исполнительных и управляющих устройств; ноутбук).

- Интегрированный пакет TIA Portal, STEP 7, WinCC, SINAMICS (одиночная лицензия)
Технические средства обучения:

- персональные компьютеры с установленным лицензионным программным обеспечением (8 шт.);
 - мультимедиапроектор с экраном
 - мультимедийные презентации по тематике дисциплины
 - меловая доска.

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья могут использовать специализированное программное и материально-техническое обеспечение:

- обучающиеся с нарушениями опорно-двигательного аппарата при необходимости могут использовать адаптивные технические средства: специально оборудованные джойстики, увеличенные выносные кнопки, клавиатуры с большими клавишами.
 - обучающиеся с ограничениями по зрению могут прослушать доступный аудиоматериал или прочитать тексты, увеличив шрифт на экране монитора компьютера. Рекомендуется использовать экранную лупу и другие визуальные вспомогательные средства, чтобы изменить шрифт текста, межстрочный интервал, синхронизацию с речью

и т.д., программы экранного доступа (скринридеры для прочтения текстовой информации через синтезированную речь) и/или включить функцию «экранного диктора» на персональном компьютере с операционной системой Windows 7, 8, 10.

- обучающиеся с ограничениями по слуху могут воспользоваться компьютерной аудиогарнитурой при прослушивании необходимой информации и портативной индукционной системой серии «ИСТОК».

При необходимости обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами (образовательная программа, учебные пособия и др.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Фонды оценочных средств

В результате освоения дисциплины «Автоматизация технологических процессов и производств» программы бакалавров по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» с учетом направленности бакалаврской программы – «Автоматизация технологических процессов и производств» выпускник должен обладать следующими компетенциями:

Компетенция **ПК-3** - Способен разрабатывать рабочий проект гибких производственных систем в машиностроении и осуществлять выбор программного обеспечения для системы управления гибкими производственными системами

код и формулировка компетенции

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания

Компетенция **ПК-3** - Способен разрабатывать рабочий проект гибких производственных систем в машиностроении и осуществлять выбор программного обеспечения для системы управления гибкими производственными системами

ИНДИКАТОР ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (код и наименование)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по практике ШКАЛА оценивания				
	1	2	3	4	5
ПК-3.1. Выполняет разработку сборочных чертежей рабочего проекта гибких производственных систем	Отсутствие знания	Не знает или знает слабо принцип работы, технические характеристики модулей гибких производственных систем. Допускает множественные грубые ошибки.	Удовлетворительно знает принцип работы, технические характеристики модулей гибких производственных систем. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Хорошо знает принцип работы, технические характеристики модулей гибких производственных систем. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное знание принципа работы, технические характеристики модулей гибких производственных систем. Не допускает ошибок.
	Отсутствие умения	Демонстрирует частичное умение оформлять пояснительную записку рабочего проекта гибких производственных систем. Допускает множественные грубые	Демонстрирует достаточно устойчивое умение оформлять пояснительную записку рабочего проекта гибких производственных систем. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует устойчивое умение оформлять пояснительную записку рабочего проекта гибких производственных систем. Не допускает ошибок.	Демонстрирует свободное и уверенное умение оформлять пояснительную записку рабочего проекта гибких производственных систем. Не допускает ошибок.

		ошибки.			
	Отсутствие владения	Демонстрирует частичное владение способностью разрабатывать технические проекты с использованием средств автоматизации проектирования. Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует достаточно устойчивое владение способностью разрабатывать технические проекты с использованием средств автоматизации проектирования. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует устойчивое владение способностью разрабатывать технические проекты с использованием средств автоматизации проектирования. Не допускает ошибок.	Демонстрирует свободное и уверенное владение способностью разрабатывать технические проекты с использованием средств автоматизации проектирования. Не допускает ошибок.
ПК-3.2. Проводит анализ существующих программных сред для управления гибкими производственными системами	Отсутствие знания	Демонстрирует частичное знание современные программные среды для управления гибкими производственными системами. Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует достаточно устойчивое знание современные программные среды для управления гибкими производственными системами. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует устойчивое знание современные программные среды для управления гибкими производственными системами. Не допускает ошибок.	Демонстрирует свободное и уверенное знание современные программные среды для управления гибкими производственными системами. Не допускает ошибок.
	Отсутствие умения	Демонстрирует частичное умение выбирать программы на языках программирования высокого уровня, выбирать прикладные пакеты программ для разработки управляющих программ для гибких производственных систем. Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует достаточно устойчивое умение выбирать программы на языках программирования высокого уровня, выбирать прикладные пакеты программ для разработки управляющих программ для гибких производственных систем. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует устойчивое умение выбирать программы на языках программирования высокого уровня, выбирать прикладные пакеты программ для разработки управляющих программ для гибких производственных систем. Не допускает ошибок.	Демонстрирует свободное и уверенное умение выбирать программы на языках программирования высокого уровня, выбирать прикладные пакеты программ для разработки управляющих программ для гибких производственных систем. Не допускает ошибок.

ПК-3.3. Осуществляет написание программ для систем управления гибкими производственными системами	Отсутствие умения	Демонстрирует частичное умение разрабатывать управляющие программы для гибких производственных систем. Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует достаточно устойчивое умение разрабатывать управляющие программы для гибких производственных систем. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует устойчивое умение разрабатывать управляющие программы для гибких производственных систем. Не допускает ошибок.	Демонстрирует свободное и уверенное умение разрабатывать управляющие программы для гибких производственных систем. Не допускает ошибок.
	Отсутствие владения	Демонстрирует частичное владение навыками использования прикладных пакетов программ для разработки управляющих программ для гибких производственных систем. Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует достаточно устойчивое владение навыками использования прикладных пакетов программ для разработки управляющих программ для гибких производственных систем. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует устойчивое владение навыками использования прикладных пакетов программ для разработки управляющих программ для гибких производственных систем. Не допускает ошибок.	Демонстрирует свободное и уверенное владение навыками использования прикладных пакетов программ для разработки управляющих программ для гибких производственных систем. Не допускает ошибок.

При балльно-рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения.

По итогам работы в семестре студент может получить максимально **70** баллов. Итоговой формой контроля в VII семестре является экзамен. На экзамене студент может набрать максимально **30** баллов.

В течение IV семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Аудиторные занятия (посещение)	20
2	Лабораторные работы	50
	Итого:	70

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к экзамену.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать экзамен.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к экзамену.

Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок экзамена

Общая сумма баллов за семестр	Итоговая оценка
86-100	Отлично
71-85	Хорошо
51-70	Допуск к экзамену
в том числе: 61-70	Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно»
51-60	Только допуск к экзамену
0-50 *	Неудовлетворительно (студент не допущен к экзамену)

Текущий контроль успеваемости осуществляется в процессе выполнения практических и самостоятельных работ в соответствии с нижеприведенным графиком.

График выполнения самостоятельных работ студентами в VII семестре

Виды работ	Недели учебного процесса																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПР-2.1		ВЗ						ЗЗ									
ПР-2.2			ВЗ						ВЗ							ЗЗ	

ВЗ – выдача задания; ЗЗ – защита задания

ПР-2 – Контрольные работы

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- в печатной форме,
- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

При необходимости обучающемуся инвалиду и лицу с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене. У обучающегося инвалида и лица с ОВЗ имеется возможность выбора формы контроля на практических занятиях, зачетах, экзаменах, подходящая конкретно для него.

Методические указания для выполнения лабораторных работ

Очная форма обучения

№ п/п	№ раздела дисциплины	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость
1	4	ЛР-1 Разработка алгоритма, создание и исследование программы на языке STEP-7 «Управление работой двигателя постоянного тока по заданному циклу»	8
2	5	ЛР-2 Разработка алгоритма, создание и исследование программы «Управление работой светофоров на перекрестке»	8
3	6	ЛР-3 Разработка алгоритма, создание и исследование	8

		ние программы «Управление работой циклового устройства на пневмоцилиндрах»	
4	8	ЛР-4 Разработка алгоритма, создание и исследование программы «Управление работой трехзвенного манипулятора по заданному алгоритму»	10

Заочная форма обучения

<i>№ п/п</i>	<i>№ раздела дисциплины</i>	<i>Содержание лабораторных работ</i>	<i>Трудоемкость</i>
1	4	ЛР-1 Разработка алгоритма, создание и исследование программы на языке STEP-7 «Управление работой двигателя постоянного тока по заданному циклу»	2
2	6	ЛР-2 Разработка алгоритма, создание и исследование программы «Управление работой светофоров на перекрестке»	2

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Очная форма обучения

<i>№ п/п</i>	<i>№ раздела дисциплины</i>	<i>Содержание самостоятельной работы</i>	<i>Трудоемкость</i>
1	5	ПР-2.1 Выбор управляющего вычислителя (ПЛК из семейства S7-200, фирмы Siemens) по заданным параметрам	24
2	7	ПР-2.2 Решение Разработка циклограмм управления работой исполнительных устройств транспортно-накопительных систем	25

Заочная форма обучения

<i>№ п/п</i>	<i>№ раздела дисциплины</i>	<i>Содержание самостоятельной работы</i>	<i>Трудоемкость</i>
1	5	ПР-2.1 Выбор управляющего вычислителя (ПЛК из семейства S7-200, фирмы Siemens) по заданным параметрам	23
2	7	ПР-2.2 Решение Разработка циклограмм управления работой исполнительных устройств транспортно-накопительных систем	24
3	1	Изучение раздела «Автоматизация технологических процессов»	10
4	2	Изучение раздела «Особенности систем цифрового управления»	15
5	3	Изучение раздела «Типы автоматизированных систем»	20
6	8	Изучение раздела «Особенности использования промышленных роботов (ПР) в автоматизирован-	20

		ных системах»	
7	9	Изучение раздела «Распределенные системы управления при автоматизации технологических процессов»	15

Перечень обязательных видов учебной работы студента:

- посещение лекционных занятий;
- решение задач и заданий на лабораторных занятиях;
- выполнение устных сообщений

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с «Положением балльно-рейтинговой системе оценки и текущем контроле успеваемости студентов», а также «Положением о промежуточной аттестации» университета «Дубна».

Адаптированная рабочая программа учебной дисциплины (модуля) разработана в отношении разнородной учебной группы обучающихся, имеющих документально подтвержденные нарушения слуха, зрения, опорно-двигательного аппарата, соматические заболевания и поддающиеся коррекции нервно-психические нарушения или сочетанные нарушения.

Список вопросов к экзамену

1. Автоматизация технологических процессов. Основные цели и задачи.
2. Объекты управления в автоматизации.
3. Технологические операции и процессы. Последовательный и параллельный способ выполнения технологических операций.
4. Структура системы управления.
5. Производственный цикл в автоматизированном производстве. Этапы производственного цикла.
6. Главное преимущество системы ЧПУ.
7. Использование ЧПУ в системах автоматизации.
8. Управляющая программа для станка с ЧПУ, способы представления.
9. Гибкое автоматизированное производство (ГАП). Основные классификационные признаки и характеристики.
10. Гибкие агрегатные модули (ГАМ).
11. Гибкая производственная система (ГПС).
12. Гибкий производственный модуль (ГПМ).
13. Основные структуры ГПМ. Система поддержания работоспособности ГПМ.
14. Особенности организации ГПМ для обработки деталей типа тел вращения и корпусных деталей.
15. Транспортно-накопительные системы ГПС.
16. Промышленные роботы в ГПС. Назначение и область применения.
17. Классификация промышленных роботов
18. Структура системы цифрового управления.
19. Системы автоматизации SIMATIC.
20. ПЛК семейства SIMATIC S7-200.
21. ПЛК семейства SIMATIC S7-300.
22. ПЛК семейства SIMATIC S7-400.
23. ПЛК семейства SIMATIC S7-1200.
24. Рабочий цикл ПЛК.
25. Выполнение логики управления с помощью ПЛК семейства S7-200.
26. Косвенная адресация областей памяти S7-200 с помощью указателей.

27. Обращение к данным в области памяти M, SM, V, L в формате байта, слова, двойного слова контроллеров S7–200.
28. Обращение к данным в области памяти счетчиков контроллеров S7–200.
29. Обращение к данным в области памяти таймеров контроллеров S7–200.
30. Особенности проектирования систем управления электроавтоматикой.
31. Программируемые контроллеры, циклическое выполнение программ.
32. Построение циклограммы управления.
33. Реализация циклограммы на ПЛК (STEP-7).
34. Управление процессом в реальном времени.
35. Управление на основе последовательного программирования.
36. Управление на основе прерываний.
37. Обеспечение управления в режиме реального времени.

Содержание экзаменационного билета

1 вопрос – фундаментальная теория (знать + уметь)

2 вопрос – практическая комплексная задача (уметь + владеть)

Практическое задание

Пример практического задания.

Разработать таблицу соответствия и состояний исполнительных механизмов по заданному алгоритму при управлении от ПЛК.

Алгоритм работы светофора:

1. С помощью кнопки инициализации SW (START), необходимо выполнить инициализацию программы, так чтобы горел зеленый автомобильный и красный пешеходный.
2. При нажатии на любую «пешеходную» кнопку включается таймер1 на время **T0**.
3. При срабатывании управляющего бита таймера1, загорается желтый светофор, который горит время **T1**.
4. После завершения работы таймера 1, включается красный свет автомобильного светофора и зеленый (GO) пешеходного на время **T2**. После срабатывания таймера 2, загорается красный пешеходный и желтый автомобильный.
5. Желтый светофор горит время **T3** и все светофоры возвращаются в начальное состояние.
6. Число циклов **N** задается в таблице.
7. При нажатии на стоповую кнопку в произвольное время выполняется безусловный сброс светофоров в исходное состояние.

Решение:

Таблица соответствия и состояний

Входы ПЛК			Выходы ПЛК					(таймер)
P2	P1	Start	GO	STOP	Зелёный	Жёлтый	Красный	
I0.2	I0.1	I0.0	Q0.4	Q0.3	Q0.2	Q0.1	Q0.0	
			M0.4	M0.3	M0.2	M0.1	M0.0	
0	0	1	0	1	1	0	0	
0	1	0	0	1	1	0	0	(T37)
0	0	0	0	1	1	1	0	(T38)
0	0	0	1	0	0	0	1	(T39)
0	0	0	0	1	0	1	1	(T40)
0	0	0	0	1	1	0	0	