

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 24.10.2023 16:14:00  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
ВРИО проректора по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б. В. Пекаревский  
«12» апреля 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ**  
**РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ**

Направление подготовки

**27.04.04 Управление в технических системах**

Направленность программы магистратуры

**Инновационные технологии контроля и управления технологическими объектами с  
информационной неопределенностью**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **информационных технологий и управления**

Кафедра **систем автоматизированного проектирования и управления**

Санкт-Петербург  
2021

**Б1.В.ДВ.01.01**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, инициалы, фамилия
Доцент		доцент И.А. Смирнов
Старший преподаватель		И.А. Песков

Рабочая программа дисциплины «Программные комплексы для управления робототехническими системами» обсуждена на заседании кафедры систем автоматизированного проектирования и управления  
протокол от 29.03.2021 2021 № 6

Заведующий кафедрой

Т.Б. Чистякова

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления  
протокол от 07.04.2021 № 7

Председатель

В.В. Куркина

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Управление в технических системах»		доцент И.В. Рудакова
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	5
3. Объем дисциплины.....	5
4. Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	6
4.2. Занятия лекционного типа .....	6
4.3. Занятия семинарского типа .....	7
Учебным планом не предусмотрены .....	7
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	8
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	8
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	9
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	9
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины .....	9
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	10
10.1. Информационные технологии.....	10
10.2. Программное обеспечение.....	10
10.3. Базы данных и информационные справочные системы .....	10
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	11

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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

В результате освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (дескрипторы)</b>
<p><b>ПК-3</b></p> <p>Способен обоснованно формировать комплекс технического и программного обеспечений с учетом применения современных подходов к решению задач управления, оценивать эффективность внедряемых АСУ технологическими объектами</p>	<p><b>ПК-3.4</b></p> <p>Формирование комплекса технического и программного обеспечения для управления робототехническими системами, станками и роботизированными технологическими комплексами в составе автоматизированных систем управления технологическими объектами</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>структурную организацию, способы программирования и управления робототехническими системами (ЗН-1); характеристики программных сред, методы и средства разработки программных комплексов для управления робототехническими системами (ЗН-2);</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>ориентироваться в инструментальных средствах разработки программных комплексов для управления робототехническими системами (У-1); разрабатывать проблемно-ориентированные программные комплексы для обработки данных и управления робототехническими системами (У-2);</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>методиками анализа и синтеза алгоритмов управления робототехническими системами (Н-1); навыками решения практических задач управления робототехническими системами с использованием современных инструментальных средств и технологий программирования (Н-2).</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.01.01), и изучается на 2 курсе в 3 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Автоматизация технологических процессов основных химических производств», «Информационные технологии в системах управления», «Адаптивное управление».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Программные комплексы для управления робототехническими системами» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/акад. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	3/ 108
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>58</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	-
лабораторные работы (в т.ч. на практическую подготовку)	36 (2)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	4
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>50</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	зачет

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Современные робототехнические системы: основные понятия и области применения	2		4	6	ПК-3	ПК-3.4
2	Промышленные роботы как класс технически сложных устройств. Системы управления промышленными роботами	8		12	18	ПК-3	ПК-3.4
3	Робототехнические комплексы как объекты управления	4		10	12	ПК-3	ПК-3.4
4	Управление и программирование робототехнических систем	4		10	14	ПК-3	ПК-3.4

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	Современные робототехнические системы (РТС): основные понятия и области применения. Основные категории, понятия и области применения. Подсистемы РТС: информационная, управляющая, механическая.	2	Групповая дискуссия
2	Промышленные роботы (ПР) как класс технически сложных устройств. Системы управления (СУ) промышленными роботами. Классификация ПР. Устройство, принцип действия. Общая характеристика СУ. Программное управление: цикловое, позиционное и контурное. Групповое управление. Адаптивное управление. Интеллектуальное управление.	8	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
3	<u>Робототехнические комплексы (РТК) как объекты управления.</u> Классификация робототехнических комплексов. Компоновочные схемы РТК. Гибкие производственные системы (ГПС). Виды, структура и свойства ГПС. Станки с ЧПУ.	4	
4	<u>Управление и программирование робототехнических систем.</u> Задачи и уровни управления. Логико-программное управление сложной РТС. Программирование задач управления.	4	

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

Учебным планом не предусмотрены.

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<u>Информационно-управляющая система промышленного робота.</u> Изучение информационной и управляющей подсистем промышленного робота.	4	КтСм
2	<u>Аналитическое программирование и управление цикловыми ПР.</u> Внешнее (аналитическое) программирование и цикловое программное управление.	8	
2	<u>Программирование способом обучения двухманипуляторного робота.</u> Обучение как способ программирования.	4	
3	<u>Роботизированный технологический комплекс (РТК).</u> Координация работы оборудования и роботов в составе РТК, генерация программ для станка с ЧПУ «Снайпер-8» в среде АДЕМ-8.0.	10	Тр
4	<u>Программный комплекс для управления мобильными роботами.</u> Планирование сложных траекторий движения и программное управление мобильным роботом iRobot Create.	6 (2)	КОП

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	Программирование задач управления виртуальным роботом. Разработка и отладка управляющих программ для виртуального робота с использованием среды быстрой разработки приложений.	4	КтСм

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Химические производства как объект роботизации	2	Устный опрос
1	Применение современных РТС в химической и смежных отраслях промышленности.	2	Устный опрос
1	Комплексно-технологический подход к созданию и применению РТС.	2	Устный опрос
2	Кинематические схемы манипуляторов промышленных роботов. Переносные и ориентирующие степени подвижности.	4	Устный опрос
2	Сенсорные устройства роботов.	2	Устный опрос
2	Системы технического зрения.	2	Устный опрос
2	Рабочие органы манипуляторов. Захватные устройства и рабочий инструмент. Выбор типа захватного устройства.	2	Устный опрос
2	Программное обеспечение и языки программирования микропроцессорных устройств управления.	4	Устный опрос
2	Системы группового управления. Системы адаптивного управления и их основные компоненты.	4	Устный опрос
3	Типовые примеры компоновочных схем РТК в современных производствах.	12	Устный опрос
4	Характеристика и сравнительный анализ языков программирования задач управления РТС.	14	Устный опрос

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче зачета студент получает два теоретических вопроса и задачу из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу – до 45 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

### **Вариант № 1**

1. Сформулируйте основные направления развития робототехнических систем.
2. Составьте алгоритм и циклограмму работы роботизированного комплекса на основе полученного варианта компоновки.
3. Приведите классификацию робототехнических комплексов. Сформулируйте понятие роботизированной технологической ячейки.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе - оценка «зачёт».

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.**

### **а) печатные издания:**

1. Юревич, Е.И. Основы робототехники: учебное пособие для вузов / Е.И. Юревич. – 3-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2010. – 359 с. – ISBN 978-5-94157-942-6.

2. Норенков, И. П. Автоматизированные информационные системы: учебное пособие для вузов / И. П. Норенков. – Министерство образования и науки Российской Федерации, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана. – Москва. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 342 с. – ISBN 978-5-7038-3446-6.

3. Тенишев, Д. Ш. Лингвистическое и программное обеспечение автоматизированных систем: учебное пособие для вузов / Д. Ш. Тенишев; под редакцией Т. Б. Чистяковой. – Санкт-Петербург: Профессия, 2010. – 403 с. – ISBN 978-5-91884-017-7.

### **в) электронные учебные издания:**

4. Копылов, Ю. Р. Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения : учебник / Ю. Р. Копылов. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 496 с. – ISBN 978-5-8114-3913-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 28.03.2021). – Режим доступа: по подписке.

5. Модели и способы взаимодействия пользователя с киберфизическим интеллектуальным пространством : монография / И. В. Ватаманюк, Д. К. Левоневский, Д. А. Малов [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 176 с. – ISBN 978-5-8114-3877-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 28.03.2021). – Режим доступа: по подписке.

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>;

международные мультидисциплинарные аналитические реферативные базы данных научных публикаций: <http://webofknowledge.com>, <http://scopus.com>;

сайты фирм-разработчиков АСУТП: [www.adastra.ru](http://www.adastra.ru); [www.foit.ru](http://www.foit.ru); [www.metso.ru](http://www.metso.ru); [www.siemens.ru](http://www.siemens.ru);

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех»: <https://technolog.bibliotech.ru>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books>.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Программные комплексы для управления робототехническими системами» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП (СТО):

СТП СПбГТИ 040-02 КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 020-2011 КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению;

СТП СПбГТИ 048-2009 КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством электронной информационно-образовательной среды.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Операционная система Microsoft Windows 10

Инструментальная среда разработки программного обеспечения Microsoft Visual Studio

Графический редактор (включающий инструменты создания и редактирования блок-схем алгоритмов) Microsoft Office Visio

Офисный пакет программ LibreOffice

CAD/CAM/PDM система Adem 8.0

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

Международные мультидисциплинарные аналитические реферативные базы данных научных публикаций:

Web of Science (режим доступа: <http://apps.webofknowledge.com>, свободный с любого зарегистрированного компьютера института);

Scopus (режим доступа: <http://www.scopus.com>, свободный с любого

зарегистрированного компьютера института).

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс: Высшая школа» (режим доступа: <http://www.consultant.ru/hs>, свободный с любого зарегистрированного компьютера института).

### **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

Для проведения занятий по дисциплине на кафедре систем автоматизированного проектирования и управления СПбГТИ(ТУ) имеется необходимое материально-техническое обеспечение:

Наименование класса	Оборудование
Класс робототехнических систем, класс интегрированных систем проектирования и управления химико-технологическими процессами	15 посадочных мест. Учебная мебель, пластиковая доска. Комплекс промышленной робототехники: 6 цикловых промышленных роботов ЦПР-1П; двурукий промышленный робот РФ-202М; роботизированная технологическая линия (3 прессы Д-10, 6 одно- и двухманипуляторных промышленных роботов МП-9С); промышленный робот ПР5-2П; малогабаритный мобильный программируемый робот iRobot Create; станок с ЧПУ «Снайпер-8». Персональные компьютеры (15 шт): двухядерный процессор Intel Core 2 Duo (2,33 ГГц); ОЗУ 4096 Мб; НЖМД 250 Гб; CD/DVD привод, DWD-RW; видеокарта NVIDIA GeForce 8500 GT; звуковая и сетевая карты, встроенные в материнскую плату. Персональные компьютеры интегрированы в корпоративную вычислительную сеть кафедры и имеют выход в сеть «Интернет».
Лекционная аудитория кафедры систем автоматизированного проектирования	56 посадочных мест. Учебная мебель. Мультимедийный проектор NEC NP41. Ноутбук Asus абј на базе процессора Intel Core Duo T2000. Мультимедийная интерактивная доска ScreenMedia.

### **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014 г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Программные комплексы для управления робототехническими  
системами»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
ПК-3	Способен обоснованно формировать комплекс технического и программного обеспечений с учетом применения современных подходов к решению задач управления, оценивать эффективность внедряемых АСУ технологическими объектами	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)	
			«незачёт»	«зачёт»
<p><b>ПК-3.4</b></p> <p>Формирование комплекса технического и программного обеспечения для управления робототехническими системами, станками и роботизированными технологическими комплексами в составе автоматизированных систем управления технологическими объектами</p>	<p>Называет структурную организацию, способы программирования и управления робототехническими системами (ЗН-1)</p>	<p>Ответы на вопросы № 1-13, 17-22 к зачету</p>	<p>Дает абсолютно не точные ответы на поставленные вопросы</p>	<p>Демонстрирует знания и имеет представление о поставленном вопросе/задаче</p>
	<p>Перечисляет характеристики программных сред, методы и средства разработки программных комплексов для управления робототехническими системами (ЗН-2)</p>	<p>Ответы на вопросы № 16, 23, 24 к зачету</p>	<p>Дает абсолютно не точные ответы на поставленные вопросы</p>	<p>Демонстрирует знания и имеет представление о поставленном вопросе/задаче</p>
	<p>Ориентируется в инструментальных средствах разработки программных комплексов для управления робототехническими системами (У-1)</p>	<p>Ответы на вопросы № 24, 25 к зачету</p>	<p>Дает абсолютно не точные ответы на поставленные вопросы</p>	<p>Демонстрирует знания и имеет представление о поставленном вопросе/задаче</p>
	<p>Разрабатывает проблемно-ориентированные программные комплексы для обработки данных и управления робототехническими системами (У-2)</p>	<p>Ответы на вопросы № 20-22, 26 к зачету</p>	<p>Дает абсолютно не точные ответы на поставленные вопросы</p>	<p>Демонстрирует знания и имеет представление о поставленном вопросе/задаче</p>

	Решает задачи в соответствии с методиками анализа и синтеза алгоритмов управления робототехническими системами (Н-1)	Ответы на вопросы № 14, 15, 24 к зачету	Дает абсолютно не точные ответы на поставленные вопросы	Демонстрирует знания и имеет представление о поставленном вопросе/задаче
	Демонстрирует навыки решения практических задач управления робототехническими системами с использованием современных инструментальных средств и технологий программирования (Н-2)	Ответы на вопросы № 15, 16, 24-27 к зачету	Дает абсолютно не точные ответы на поставленные вопросы	Демонстрирует знания и имеет представление о поставленном вопросе/задаче

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.**

#### **Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:**

1. Основные направления развития робототехнических систем.
2. Применение современных робототехнических систем в химической и смежных отраслях промышленности.
3. Химические производства как объект роботизации.
4. Системы интеллектуального управления. Концепция развития.
5. Выбор промышленных роботов как средств автоматизации технологических процессов и производств.
6. Основные термины и определения в области робототехнических систем.
7. Гибкие производственные системы. Виды, структура и свойства гибких производственных систем.
8. Классификация промышленных роботов.
9. Устройство промышленных роботов, его исполнительная, управляющая и информационная подсистемы.
10. Рабочие органы манипуляторов. Захватные устройства и рабочий инструмент. Выбор типа захватного устройства.
11. Кинематические схемы манипуляторов промышленных роботов. Переносные и ориентирующие степени подвижности.
12. Сенсорные устройства роботов.
13. Системы технического зрения.
14. Алгоритмы и циклограммы работы роботизированных комплексов для различных вариантов их компоновки.
15. Задачи управления промышленными роботами и робототехническими комплексами, их алгоритмизация.
16. Логико-программное управление сложной робототехнической системой на основе разделения времени.
17. Системы программного управления: циклового, позиционного и контурного.
18. Системы адаптивного управления.
19. Системы группового управления.
20. Классификация робототехнических комплексов. Понятие роботизированной технологической ячейки.
21. Классификация робототехнических комплексов. Понятие роботизированной технологической линии.
22. Классификация робототехнических комплексов. Понятие роботизированного технологического участка.
23. Программное обеспечение и языки программирования микропроцессорных устройств управления.
24. Методы планирования сложных траекторий движения и разработка алгоритмов управления мобильными роботами.
25. Методика выбора промышленных роботов по основным классификационным признакам.
26. Комплексно-технологический подход к созданию и применению робототехнических систем.
27. Составьте алгоритм и циклограмму работы роботизированного комплекса на основе полученного варианта компоновки.

При сдаче зачета студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 45 мин.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015 КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.