

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

ГГТУ им. П.О. Сухого

О.Д. Асенчик

14.12. 2022

Регистрационный № УД - 24-68 /уч.

ТЕХНОЛОГИЯ РОБОТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА  
ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И МАШИН

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:

1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы»

2022 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования первой ступени РБ ОСВО 1-53 01 06-2019 специальности 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы»; учебных планов по специальности 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы» №№ I 53-1-05/уч. 05.02.2020 г., I 53-1-07/уч. 05.02.2021 г., I 53-1-13/уч. 31.05.2022 г.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

Михайлов М.И., заведующий кафедрой «Робототехнические системы», учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», доктор технических наук, профессор;

Карпов А. А., старший преподаватель кафедры «Робототехнические системы» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

**РЕЦЕНЗЕНТ:**

А.А. Кафанов - директор ОАО «Гомельский завод станков и узлов»

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Робототехнические системы» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 4 от 5.12.2022 г.);

Научно-методическим советом машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 2 от 6.12.2022 г.); УД-РТ-047/уч.

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 3 от 13.12.2022 г.).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по дисциплине «Технология роботизированного производства изделий электроники и машин» составлена на основе образовательного стандарта высшего образования первой ступени РБ ОСВО 1-53 01 06-2019 специальности 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы»; учебных планов по специальности 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы».

Целью преподавания дисциплины «Технология роботизированного производства изделий электроники и машин» является получение освоение теоретических основ и практических навыков в области современной технологии роботизированного производства деталей электроники приборов и деталей машиностроения, овладение методикой разработки передовых технологических процессов изготовления деталей и сборки машин и приборов.

Основная задача учебной дисциплины - получение навыков разработки технологических процессов роботизированного производства деталей электроники и деталей машин.

Дисциплина «Технология роботизированного производства изделий электроники и машин» базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин : «Теория механизмов, машин», «Детали и механизмы приборов и машин», «Основы робототехники», «Химические и производственные технологии». Знания и умения, полученные студентами при изучении данной учебной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин и дисциплин специализации, связанных с технологиями и проектированием роботов и робототехнических систем, в том числе: «Эксплуатация робототехнических систем», «Проектирование оборудования роботизированного производства», а также при выполнении студентами курсовых работ (проектов), научно-исследовательских работ, дипломного проекта.

### Требования к освоению учебной дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины «Технология роботизированного производства изделий электроники и машин» студент должен:

#### **знать:**

- основные понятия технологии машиностроения и приборостроения;
- типовые технологические процессы изготовления деталей машин и электроники.

#### **уметь:**

- выполнять анализ технологических факторов, влияющих на качество изготовления изделий;
- практически применять усвоенные знания при составлении технологических процессов изготовления типовых деталей машин и приборов;

**владеть:**

- методикой оптимального выбора последовательности выполнения операций в зависимости от технических требований к деталям и узлам машин и приборов.

Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование у студентов следующей специализированной компетенции: владеть методами и принципами разработки технологических процессов роботизированного производства изделий электроники, приборов и машин.

Вместе с тем развиваются и закрепляются следующие профессиональные компетенции:

- в составе группы специалистов разрабатывать технологические процессы изготовления деталей машин и приборов;

- участвовать в разработке технологических процессов для автоматизированного производства;

- владеть информацией о современных системах и методах механизации и автоматизации роботизированного производства в машиностроении и применять её в своей профессиональной деятельности;

- участвовать в создании и совершенствовании современных технологий для машиностроения;

- уметь осуществлять поиск, хранение и анализ информации из различных источников, представлять её в требуемом формате с использованием ин - формационных, компьютерных и сетевых технологий;

- знать устройство и принцип работы технологического оборудования и оснастки;

- работать с научной, нормативно-справочной и специальной литературой;

взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

Форма получения высшего образования для специальности 1-53 01 06 «Промышленные роботы и робототехнические комплексы» - дневная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Технология роботизированного производства изделий электроники и машин» - 130 часов.

Трудоёмкость учебной дисциплины, выраженная в зачётных единицах -3,0.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам

Виды занятий, курсы, семестры, и формы текущей аттестации	Дневная форма получения высшего образования
Курс	3
Семестр	6
Лекции (час.)	34
Лабораторные занятия (час)	17
Практические занятия (час)	17
Всего аудиторных часов	68
Форма текущей аттестации: - экзамен, семестр	6

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### ***РАЗДЕЛ I. СТРУКТУРА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА***

Тема 1.1. Виды и типы технологических процессов. Технологическая система подготовки производства и порядок проектирования технологических процессов.

Тема 1.2. Выбор оптимального варианта технологического процесса. Автоматизированное проектирование технологических процессов. Разработка и оформление технологической документации.

### ***РАЗДЕЛ II. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОНИКИ***

Тема 2.1. Конструктивно-технологические особенности электронных модулей и блоков. Технологичность конструкций электронных модулей.

Тема 2.2. Технология изготовления коммутационных плат. Конструктивно-технологические требования, предъявляемые к платам и печатному монтажу. Классификация плат и методов их изготовления. Материалы для изготовления печатных плат. Механическая обработка печатных плат. Технология изготовления односторонних, двухсторонних и многослойных печатных плат. Технология изготовления гибких плат. Автоматизированное производство печатных плат. Тестирование и испытания плат.

Тема 2.3. Технология изготовления намоточных изделий и соединений. Конструктивно-технологические особенности намоточных изделий. Оборудование и типовые технологические процессы намотки. Автоматизация производства и контроля намоточных изделий.

Тема 2.4. Технология электромонтажных соединений. Классификация электромонтажных соединений и технология их выполнения. Методы создания электромонтажных соединений. Монтажная микросварка и ее автоматизация. Накрутка, обжим и запрессовка. Обеспечение точности при выполнении соединений.

Тема 2.5. Технология сборки электронных блоков и монтажа микромодулей. Структура технологического процесса сборки. Технология и оборудование автоматической сборки электронных блоков. Технология монтажа кристаллов. Технология многокристальных и 3D модулей. Сборка и монтаж светодиодных модулей и панелей.

Тема 2.6. Технология контроля, диагностики, регулировки и тренировки изделий электроники. Виды контроля. Диагностика неисправностей. Методы регулировки. Технологическая тренировка и испытания. Методы и средства технической диагностики.

### ***РАЗДЕЛ III. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ МАШИН***

Тема 3.1. Технология изготовления корпусных деталей. Конструктивные виды корпусных деталей. Служебное назначение корпусных деталей. Технические требования к корпусным деталям. Материалы и методы получения заготовок. Выбор технологических баз и последовательность обработки. Роботизированное производство корпусных деталей. Методы обработки плоскостей корпусных деталей. Методы обработки главных отверстий. Обработка крепежных и других отверстий. Способы чистовой и отделочной обработки отверстий. Технология роботизированного производства корпусов. Контроль корпусных деталей.

Тема 3.2. Технология изготовления валов. Служебное назначение валов и технические требования к ним. Материалы и методы получения заготовок валов. Выбор технологических баз и последовательность обработки. Роботизированное производство валов. Контроль валов.

Тема 3.3. Изготовление фланцев, рычагов и вилок. Служебное назначение и конструктивные особенности. Технические требования к фланцам, рычагам и вилкам. Материалы и методы получения заготовок. Технологические процессы изготовления фланцев, рычагов и вилок. Выбор баз и последовательность обработки фланцев, рычагов и вилок. Особенности роботизированного производства фланцев, рычагов и вилок. Контроль фланцев, рычагов и вилок.

Тема 3.4. Технология изготовления деталей зубчатых передач. Служебное назначение и типовые конструкции цилиндрических, конических и червячных зубчатых передач. Материалы и термическая обработка зубчатых колес. Технические требования к зубчатым колёсам. Выбор баз и технологического маршрута обработки зубчатых колес. Выбор оборудования и оснастки. Чистовая и отделочная обработка зубчатых колёс. Особенности роботизированного производства зубчатых колес. Контроль зубчатых колёс.

Тема 3.5. Технологические процессы сборки узлов и машин. Служебное назначение машины. Анализ технических требований и норм точности машин. Методы выполнения разъёмных и неразъёмных соединений. Сборка узлов с подшипниками качения и скольжения. Сборка зубчатых передач. Сборка ременных и цепных передач. Разработка технологического процесса сборки узлов машин и приборов. Особенности роботизированного процесса сборки узлов машин и приборов. Достижение точности сборки методами: полной взаимозаменяемости; пригонки и регулирования; групповой

взаимозаменяемости. Контроль точности сборки узлов и машин.

Тема 3.6. Технология окраски и сушки деталей и узлов. Анализ технических требований к окрашенным поверхностям. Разработка технологического процесса окраски. Применяемые материалы и оборудование. Особенности окраски деталей и узлов машин распылением, окунанием, обливанием и в специальных механизмах. Естественная и искусственная сушка изделий. Роботизированная окраска и сушка деталей и узлов. Проверка качества окраски.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля занятий
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<b>Структура производственного процесса</b>	2						
1.1	Виды и типы технологических процессов.	1						Э
1.2	Выбор оптимального варианта технологического процесса.	1						Э
2	<b>Технология производства изделий электроники</b>	16	6					
2.1	Конструктивно-технологические особенности электронных модулей и блоков.	2						Э
2.2	Технология изготовления коммутационных плат	4	2					Э ЗПР
2.3	Технология изготовления намоточных изделий и соединений	2						Э
2.4	Технология электромонтажных соединений	2						Э
2.5	Технология сборки электронных блоков и монтажа микромодулей	2	4					Э ЗПР
2.6	Технология контроля, диагностики, регулировки и тренировки изделий электроники	4						Э

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>3</b>	<b>Технология производства деталей машин</b>	16	11		17			
3.1	Технология изготовления корпусных деталей	4	2		2			Э ЗПР ЗЛР
3.2	Технология изготовления валов	2	2		2			Э ЗПР ЗЛР
3.3	Изготовление фланцев, рычагов и вилок	2	2		2			Э ЗПР ЗЛР
3.4	Технология изготовления деталей зубчатых передач	4	5					Э ЗПР
3.5	Технологические процессы сборки узлов и машин	2			9			Э ЗЛР
3.6	Технология окраски и сушки деталей и узлов	2			2			Э ЗЛР

ПРИМЕЧАНИЕ: защита лабораторной работы - ЗЛР;  
защита практической работы – ЗПР; экзамен – Э.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Ланин, В.Л. Технология производства электронных средств: учебное пособие / В.Л. Ланин, А.А. Хмыль. - Минск: Вышэйшая школа, 2019. - 455с.: ил.
2. Технология машиностроения (специальная часть) / А.А. Гусев [и др.] - Москва: Машиностроение, 1986. 480 с.: ил.
3. Ящерицын, П.И. Основы технологии механической обработки и сборки в машиностроении. - Минск: Вышэйшая школа, 1974. - 607 с.: ил.
4. Бабук, В.В. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении: Учебное пособие / Под ред. В.В. Бабука. - Минск: Вышэйшая школа, 1987. - 255 с.: ил.
5. Новиков, М.П. Основы технологии сборки машин и механизмов. - Москва: Машиностроение, 1980. - 312 с.: ил.

### Дополнительная литература

1. Ланин, В.Л. Технология и оборудование сборки и монтажа электронных средств/ В.Л. Ланин, В.А. Емельянов, И.Б. Петухов. – Минск: Беларуская навука, 2022. – 512 с.
2. Технологические комплексы интегрированных процессов производства изделий электроники/ А.П. Достанко [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2016. – 251 с.
3. Медведев, А.М. Сборка и монтаж электронных устройств / А.М. Медведев. - Москва: Техносфера, 2007. - 256 с.
4. Медведев, А.М. Технология производства печатных плат / А.М. Медведев. - Москва: Техносфера, 2005. - 430 с.
5. Новиков, В.Ю. Технология станкостроения. - Москва: Машиностроение, 1990. - 256 с.: ил.
6. Колев, К.С. Технология машиностроения. - Москва: Высшая школа, 1977.-256 с.: ил.

### Электронный учебно-методический комплекс

1. Михайлов, М.И., Шабакеева, З.Я., Карпов, А.А.. Технология станкостроения. Электронный учебно-методический комплекс дисциплины. Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2015. - Режим доступа: [elib.gstu.by](http://elib.gstu.by).

### Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- управляемая самостоятельная работа при подготовке сообщений, тематических докладов, презентаций по заданным темам с консультациями преподавателя;
- подготовка к лабораторным и практическим занятиям;
- подготовка к сдаче экзамена;

- оформление отчетов по лабораторным и практическим работам;
- проработка вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение.

#### Перечень рекомендуемых средств диагностики

Для оценки достижений студента рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- устный и письменный опрос во время лабораторных и практических занятий;
- проведение текущих контрольных работ по отдельным темам;
- защита выполненных на лабораторных и практических занятиях индивидуальных заданий;
- защита выполненных в рамках управляемой самостоятельной работы индивидуальных заданий;
- собеседование при проведении индивидуальных и групповых консультаций;
- выступление студента на конференции по подготовленному реферату;
- сдача экзамена по дисциплине.

#### Перечень тем практических занятий

1. Разработка технологического процесса изготовления печатных плат.
2. Разработка технологического процесса сборки электронного модуля.
3. Разработка технологического процесса изготовления корпусной детали.
4. Разработка технологического процесса изготовления вала.
5. Разработка технологического процесса изготовления фланца, рычага или вилки.
6. Разработка технологического процесса изготовления цилиндрических и конических зубчатых колес.
7. Разработка технологического процесса изготовления червяков и червячных колес.

#### Перечень тем лабораторных занятий

1. Анализ технологической наладки обработки вала.
2. Анализ технологической наладки обработки ступенчатых плоскостей.
3. Анализ технологической наладки обработки отверстий.
4. Разработка маршрутного технологического процесса сборки.
5. Достижение точности сборки узла методом полной взаимозаменяемости.
6. Достижение точности сборки узла методом групповой взаимозаменяемости.
7. Достижение точности сборки узла методами пригонки и регулирования.
8. Разработка технологического процесса окраски и анализ ее качества.

## Характеристика рекомендуемых методов и технологий обучения

С целью активизации познавательной деятельности студентов следует широко использовать проблемные методы (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), способствующие более качественному и полному пониманию и усвоению учебного материала. Теоретические лекционные занятия необходимо чередовать с лабораторными занятиями.

При проведении занятий рекомендуется использовать информационные технологии, наглядные пособия, плакаты, макеты. При изложении материала необходимо соблюдать единство терминологии и обозначений в соответствии с действующими стандартами.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины должно быть ориентировано на освоение студентами основ инновационных технологий, развитие навыков анализа и самостоятельности в принятии инженерных решений в будущей инженерной деятельности, умение работать с научной и технической литературой.

### Критерии оценок результатов учебной деятельности

При оценке знаний студента в баллах по десятибалльной шкале применяются критерии оценки результатов деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. № 09-10/53-ПО).

## Перечень контрольных вопросов

1. Основные конструктивно-технологические требования к печатным платам.
2. Классификация печатных плат и методов их изготовления.
3. Материалы для изготовления плат и их свойства.
4. Формирование рисунка печатного монтажа.
5. Процессы химической и электрохимической металлизации плат.
6. Методы изготовления многослойных печатных плат.
7. Методы контроля качества печатных плат.
8. Конструктивные и технологические требования, предъявляемые к корпусам и базовым элементам приборов.
9. Материалы для изготовления корпусов и базовых элементов.
10. Технология механической обработки корпусов с применением роботов.
11. Контроль механической обработки корпусов.
12. Конструктивно-технологические особенности намоточных изделий.
13. Оборудование для намотки.
14. Технология изготовления намоточных изделий.
15. Автоматизация контроля намоточных изделий.
16. Технология и инструмент для разъёмных соединений.
17. Технология неразъёмных соединений.
18. Обеспечение точности механических соединений.
19. Методы монтажной микросварки.
20. Методы и оборудование холодного монтажа.
21. Технология присоединения кристаллов в корпус и на ленточные носители.
22. Структура и технология изготовления многокристального модуля.
23. Классификация видов контроля и оценка их эффективности.
24. Методика диагностики неисправностей электронных средств.
25. Основные методы регулировки и оценка их погрешности.
26. Методика технологической тренировки и способы её ускорения.
27. Конструктивные виды корпусных деталей. Служебное назначение корпусных деталей. Технические требования.
28. Технические требования к корпусным деталям. Материалы и методы получения заготовок.
29. Технологический процесс механической обработки корпусных деталей.
30. Выбор технологических баз и последовательность обработки корпусных деталей.
31. Методы обработки плоскостей корпусных деталей.
32. Методы обработки главных отверстий.
33. Способы чистовой и отделочной обработки отверстий.
34. Служебное назначение валов и технические требования к ним.
35. Материалы и методы получения заготовок валов.
36. Выбор технологических баз и последовательность обработки.
37. Черновая, получистовая и чистовая обработка ступеней валов.

38. Технологический процесс изготовления ступенчатых валов с применением роботов.
  39. Контроль валов.
  40. Материалы и методы получения заготовок фланцев. Служебное назначение и технические требования.
  41. Технологический процесс изготовления фланцев
  42. Изготовление рычагов и вилок. Служебное назначение и конструктивные особенности.
  43. Технические требования к рычагам и вилкам. Материалы и методы получения заготовок.
  44. Технологические процессы изготовления рычагов и вилок.
  45. Служебное назначение и типовые конструкции цилиндрических зубчатых передач. Технические требования.
  46. Материалы и термическая обработка зубчатых передач.
  47. Технические требования к зубчатым колёсам.
  48. Выбор баз и технологического маршрута обработки цилиндрических зубчатых колес.
  49. Выбор оборудования и оснастки для обработки зубчатых колес.
  50. Чистовая и отделочная обработка зубчатых колёс.
  51. Технологический процесс изготовления конических зубчатых колёс.
  52. Служебное назначение, технические требования к зубчатым колесам.
  53. Служебное назначение и технические требования к червячным передачам.
  54. Методы нарезания червяков и червячных колес.
  55. Разработка последовательности и выбора формы и вида организации сборки узлов.
  56. Методы выполнения разъёмных и неразъёмных соединений.
  57. Сборка узлов с подшипниками качения и скольжения.
  58. Сборка зубчатых передач.
  59. Сборка ременных и цепных передач.
  60. Разработка технологического процесса сборки узлов станков.
  61. Особенности достижения требуемой точности типовых узлов станков.
  62. Технология окраски и сушки деталей и узлов.
  63. Покрытие поверхностей узлов и машин смазывающими веществами.
- Применяемые материалы и оборудование.
64. Особенности окраски деталей, узлов и машин.
  65. Естественная и искусственная сушка изделий.
  66. Проверка качества окраски.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Инструментальные системы	РТС	Нет  М.И. Михайлов	
Расчёт и конструирование роботов	РТС	Нет  М.И. Михайлов	

Библиотека ГГТУ им. Лаврицына