



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(Материалы микро- и наносистемной техники)

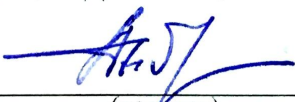
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологий

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

  
(подпись) А.И. Александров

« 31 » августа 20 23 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Технология компонентов микро- и наносистемной техники

Уровень высшего образования:	бакалавриат
Квалификация выпускника:	бакалавр
Направление подготовки:	28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Направленность (профиль) образовательной программы:	Материалы микро- и наносистемной техники

Иваново



## 1. Цели освоения дисциплины

Курс «Технология компонентов микро- и наносистемной техники» является прикладной надстройкой над системой базовых физико-химических курсов данной образовательной программы. Эта дисциплина входит в систему инженерных знаний, связанных с созданием новой, интеллектуально насыщенной продукции. Настоящий курс содержит связи с другими курсами материаловедческой и технологической направленности, а также с курсами, относящимися к экономике и организации производства.

Выпускник по экспериментально-прикладной специальности должен иметь представление о том, каковы основные принципы организации современного технологического процесса в приборостроительной отрасли. Также системные знания должен иметь выпускник в области производственной экономики и метрологического обеспечения выпуска новых видов продукции.

Таким образом, настоящий курс можно охарактеризовать как курс прикладной направленности, который помогает будущим специалистам-нанотехнологам влиться в научно-производственную сферу деятельности.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Технология компонентов микро- и наносистемной техники» является обязательной для изучения. Её освоение базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных в результате изучения курсов Б1.О.11 «Физика», Б1.О.12 «Химия», Б1.О.15 «Инженерная графика», Б1.О.14 «Планирование и обработка результатов эксперимента». Б1.О.20 «Компоненты микро- и наносистемной техники», Б1.О.19 «Метрология, стандартизация и сертификация». Б1.В.11 «Электроника и схемотехника». Б1.В.10 «Физика поверхности».

Общими задачами изучения дисциплины является формирование способности использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук; способности приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии; способности использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач; способности применять на практике базовые профессиональные навыки; способности эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование. Главные задачи дисциплины следующие

- формирование у студентов представлений о задачах в области организации и проектирования технологического процесса, которые решаются предприятиями инновационного производства;

- усвоение сведений по обеспечению точности обработки и взаимозаменяемости деталей;

- знакомство с современными технологиями обеспечения функциональных свойств поверхностей;

- Овладение основами технологии изготовления и сборки элементов приборов.

### Знать:

- Базовые физико-химические основы материаловедения в области приборостроения

- Основы физики поверхности и физикохимии дисперсных систем

### Уметь:

- работать с лабораторным оборудованием для физико-технического эксперимента, работой с элементами электроники и схемотехники.

### Иметь:

- практический опыт в проведении лабораторного физико-технического эксперимента



### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

#### **3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина**

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

а) универсальные (УК):

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

б) общепрофессиональные (ОПК):

ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства, и технологии.

ОПК-6. Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил.

ОПК-7. Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники.

в) профессиональные (ПК):

ПК-2. Способен проводить профессиональную деятельность по контролю структур и свойств материалов и компонентов микро- и наносистемной техники

ПК-6. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом знаний оборудования, технологических процессов и свойств материалов, используемых при производстве микро- и наноразмерных электромеханических систем.

#### **3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения формируемых компетенций**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** краткую историю возникновения развития приборостроительной отрасли в России и за рубежом; основы создания конструкторской и технологической документации; основные виды типовых технологических процессов в приборостроении, в том числе использующих нанотехнологии.

**Уметь:** производить поиск необходимой информации в области приборостроительной технологии. Выстраивать технологические цепочки. Оценивать технико-экономические параметры вновь разрабатываемых технологических процессов.

**Иметь:** базовые навыки применения знаний в области проектирования технологий приборостроения, поиска оптимальных решений в области инженерно-физических и производственных задач.

### **4. Объем и содержание дисциплины**

Объем дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 академических часов).

#### **4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа**

Объем иной контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебном плане образовательной программы.



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(Материалы микро- и наносистемной техники)

№ п/п	Разделы (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем (в ак. часах, по очной/заочной форме обучения)		Формы текущего контроля успеваемости (по очной/заочной форме обучения)
			Занятия лекцион- ного типа	Занятия семинарского типа	Формы промежуточной аттестации
1.	Общие характеристики производства машин и приборов	7	2	2	Входная диагностика: вы- борочный опрос по выяв- лению остаточных знаний по итогам предыдущего обучения
2.	Погрешности механической и физико-технической формообразующей обработки и методы их расчета	7	2	2	Опрос по теме предыдущего занятия
3	Влияние технологической системы на точность и производительность обработки	7	2	2	Опрос по результатам предыдущего занятия
4.	Обеспечение точности механической обработки	7	2	4	Опрос по результатам предыдущего практ. занятия
5.	Технологические размерные расчеты	7	4	2	Опрос по результатам предыдущего практ. занятия
6	Базирование и базы в производстве деталей	7	4	2	Опрос по результатам предыдущего практ. занятия
7.	Влияние технологии обработки на формирование поверхностного слоя и функциональные качества деталей. .	7	2	2	Опрос по результатам предыдущего практ. занятия
8	Технологические методы повышения эксплуатационных свойств деталей машин и приборов	7	2	2	Опрос по результатам предыдущего практ. занятия
9	Припуски на обработку	7	2	2	Отчет по результатам предыдущего практ. занятия
	Итого за 7 семестр		22	20	Экзамен
10	Производительность и экономичность технологических процессов	8	4	4	Входная диагностика: вы- борочный опрос по выяв- лению остаточных знаний по итогам предыдущего обучения
11	Построение технологических процессов и операций и исходные данные для их проектирования	8	4	4	Опрос по теме предыдущего занятия
12	Проектирование единичных и унифицированных технологиче- ских процессов обработки заготовок	8	4	4	Опрос по результатам предыдущего занятия
13	Технологические процессы массового производства	8	4	4	Опрос по результатам предыдущего практ. занятия
14	Особенности построения	8	4	4	Опрос по результатам



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(Материалы микро- и наносистемной техники)

	технологических процессов обработкизаготовок на станках с программным управлением				предыдущего практ. занятия
15	Технология сборки машин и приборов	8	2	4	Опрос по результатам предыдущего практ. занятия
16	Применение RP-технологий в производстве элементов, приборов и систем.	8	2	2	Опрос по результатам предыдущего практ. занятия
17	Основы технологии изготовления и сборки элементов радиоэлектронной аппаратуры	8	4	4	Опрос по результатам предыдущего практ. занятия
18	Основы и перспективы развития технологии приборостроения на базе нанокomпонентов	8	4	2	Отчет по результатам предыдущего практ. занятия
	Итого за 8 семестр		32	32	Экзамен
ИТОГО за дисциплину			54	52	

#### 4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

1. Общие характеристики производства машин и приборов. Основные понятия о технологическом процессе. Базовая терминология. Машина и прибор как объект производства. Технологическая подготовка производства. Технологическая характеристика различных типов производств.

2. Погрешности механической и физико-технической формообразующей обработки и методы их расчета. Точность в машиностроении и методы ее достижения. Систематические погрешности обработки. Случайные погрешности обработки.

3. Влияние технологической системы на точность и производительность обработки. Влияние жесткости и податливости технологической системы на формирование погрешностей обработки. Влияние динамики технологической системы на погрешности формы и волнистость обработанной поверхности. Погрешности многоинструментальной обработки.

4. Обеспечение точности механической обработки. Методы настройки оборудования и расчеты настроечных размеров, погрешностей настройки и режимов обработки. Управление точностью обработки.

5. Технологические размерные расчеты. Виды размерных цепей и методы их расчета. Метод полной взаимозаменяемости. Метод неполной взаимозаменяемости.

6. Базирование и базы в производстве деталей. Базы и опорные точки. Конструкторские, измерительные и технологические базы. Назначение технологических баз.

7. Влияние технологии обработки на формирование поверхностного слоя и функциональные качества деталей машин и приборов.

8. Строение поверхностного слоя обработанной поверхности. Пластическая деформация, упрочнение и разупрочнение материала. Влияние механической обработки на состояние поверхностного слоязаготовки. Погрешности формы поверхностей.

9. Технологические методы повышения эксплуатационных свойств деталей машин и приборов. Влияние шероховатости и состояния поверхностного слоя на эксплуатационные свойства деталей машин. Технологическая наследственность.

10. Припуски на обработку. Классификация припусков на обработку. Расчет припусков на механическую обработку.



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(Материалы микро- и наносистемной техники)

- 
11. Производительность и экономичность технологических процессов. Производительность и себестоимость обработки. Основы технического нормирования. Методы расчета экономичности вариантов технологических процессов.
  12. Построение технологических процессов и операций и исходные данные для их проектирования. Классификация технологических процессов и структура операций. Исходные данные для проектирования технологических процессов обработки и их уточнение.
  13. Проектирование единичных и унифицированных технологических процессов обработки заготовок. Проектирование единичных технологических процессов. Проектирование типовых и групповых технологических процессов.
  14. Технологические процессы массового производства. Особенности технологических процессов массового производства. Примеры построения технологических операций обработки заготовок на автоматических линиях.
  15. Особенности построения технологических процессов обработки заготовок на станках с программным управлением. Область применения и технологические возможности станков с программным управлением. Технологическая подготовка обработки заготовок на станках с ЧПУ. Проектирование технологических процессов механической обработки заготовок на станках с ЧПУ. Особенности построения технологии обработки заготовок на обрабатывающих центрах.
  16. Технология сборки машин и приборов. Характеристика сборочных процессов. Размерные расчеты сборочных процессов. Проектирование технологических процессов сборки. Автоматизация сборочных работ. Основной принцип адаптивно-селективной сборки (АСС). Определение и оптимизация границ групп допусков. Реализация АСС.
  17. Применение RP-технологий в производстве элементов, приборов и систем. Основные технологии быстрого получения прототипов изделий. Проектирование и изготовление - единый процесс создания изделий. Последовательность создания изделия. Классические ступени проектирования изделий. Требования к новым методам проектирования изделий. Модели. Классификация моделей. Создание моделей с помощью RP – технологий.
  18. Основы технологии изготовления и сборки элементов радиоэлектронной аппаратуры. Электронные и микроэлектронные элементы. Изготовление печатных плат. Современное оборудование для изготовления радиоэлектронной аппаратуры.
  19. Основы и перспективы развития технологии приборостроения на базе нано-компонентов. Основные понятия. Материалы для нанотехнологий. Фуллерены. Нанотрубки. Ультрадисперсные наноматериалы. Оборудование для нанотехнологий. Развитие нанотехнологий. Новейшие достижения. Перспективы развития.

## **5. Образовательные технологии**

Лекции с использованием презентационного материала. Практические занятия с использованием компьютерной техники и специализированного ПО. Включенная дискуссия на лекционных занятиях. Освоение в процессе занятий специальной англоязычной лексики. Технология проблемного обучения, информационно-компьютерная технология, технология использования мультимедийных средств в образовательном процессе. Индивидуальное выполнение практических заданий при взаимодействии студента и преподавателя.

Интерактивные лабораторные работы, индивидуальные и групповые задания на практических занятиях. В течение семестра контрольные работы и тестирование по всем темам курса.

В процессе изучения тем курса на лабораторных занятиях каждый студент получает индивидуальное задание, которое должен выполнить как под руководством преподавателя, так и самостоятельно. Описание технологий изготовления электронных компонентов изучается путем рассмотрения отдельных технологических процессов на семинарских занятиях



#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Особенностью данного курса является большой объем описательного материала по теме, следовательно, предусматривается существенная доля самостоятельной работы. Виды самостоятельной работы включают в себя:

- работа с литературой (включая Интернет);
- работа с методическими указаниями и пособиями, самостоятельное изучение программного обеспечения;
- работа над докладами к семинарским занятиям;
- подготовка к тестированию;
- изучение отдельных тем, вынесенных на самостоятельное рассмотрение.

#### **7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Оценочные средства для проведения входного, текущего и итогового контроля: контрольные работы, текущий опрос, оценивание качества подготовки и представления докладов на учебных семинарах.

Контрольные работы проводятся в письменной форме по завершении изучения каждого раздела курса. Студентам предлагается в течение двух академических часов показать знания по соответствующим разделам курса, ответить на контрольные вопросы. Правильное выполнение каждого задания оценивается в один балл. Контрольная работа считается зачтенной в случае, если студент набрал более половины от максимально возможного количества баллов, предусмотренного при выполнении данной контрольной работы.

Экзамен проводится в смешанной письменно-устной форме. Студенту на экзамене предлагается три вопроса: два теоретических вопроса и одна практическая задача, в основном связанная с описанием конкретного технологического процесса, рассмотренного в процессе прохождения курса. Задачи выполняются письменно или на компьютере.

Студент получает отметку «удовлетворительно», если владеет понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины. Студент получает отметку «хорошо», если владеет понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, применяет знания при решении знакомых учебных задач (ответы на теоретические вопросы и решение задачи, рассматривавшейся ранее на практических занятиях). Студент получает отметку «отлично», если владеет понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, применяет знания при решении любых учебных задач (ответы на теоретические вопросы и решение предложенных задач).

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

##### Основная учебная литература:

Баршутина, М.Н. Микромехатроника : учебное пособие / М.Н. Баршутина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. - 219 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8265-1293-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277779> (02.04.2019).



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(Материалы микро- и наносистемной техники)

---

Дополнительная литература

Барыбин, А.А. Физико-технологические основы макро-, микро, и нанoeлектроники учебное пособие / А.А. Барыбин, В.И. Томилин, В.И. Шаповалов; под общ. ред. А.А. Барыбина. - Москва: Физматлит, 2011. - 783 с. : ил., схем., табл. - ISBN 978-5-9221-1321-2 ; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457643> (02.04.2019).

Валетов В.А., Кузьмин Ю.П., Орлова А.А., Третьяков С.Д., Технология приборостроения. Учебное пособие, – СПб: СПбГУ ИТМО, 2008 – 336 с.

Информационно-справочные системы и(или) профессиональные базы данных при реализации дисциплины не используются.

**Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет»  
<https://uni.ivanovo.ac.ru>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru);

<http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/ebs-universitetskaya-biblioteka>

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/elibnew>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и(или) LibreOffice, интернет-браузер Microsoft Edge и(или) Yandex Browser.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории:

— для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;

— для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, выполнения курсовых работ (проектов) с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием, комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации: персональный компьютер, проектор, экран.

**Автор(ы)-составитель(и):** профессор кафедры фундаментальной физики и нанотехнологий, доктор технических наук, профессор Годлевский В.А.





Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(Материалы микро- и наносистемной техники)

---

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной физики и нанотехнологий 31 августа 2023 г., протокол № 1

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Согласовано:

Руководитель ОП \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Согласовано:

Руководитель ОП \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Согласовано:

Руководитель ОП \_\_\_\_\_  
(подпись)

**Приложение 1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**  
**Приложение 2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**  
**обучающихся по дисциплине.**