

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра физики твердого тела

## **«Введение в профессию»**

### *МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ*

*по подготовке к практическим занятиям  
для обучающихся по направлению 28.03.01 «Нанотехнологии и  
микросистемная техника», профиль «Компоненты микро- и  
наносистемной техники» очной формы обучения*

Воронеж 2021

УДК 621.362  
ББК 22.37

**Составители:**  
*О.В.Стогней*

Введение в профессию: методические указания по подготовке к практическим занятиям для обучающихся по направлению 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника», профиль «Компоненты микро- и наносистемной техники» очной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: О.В.Стогней - Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. 10 с.

В методических указаниях приводится перечень изучаемых тем, вопросы к этим темам и список литературы, в которой приводится теоретический материал для освоения тем и ответов на контрольные вопросы.

Предназначены для студентов 1 курса, обучающихся по направлению 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника», профиль «Компоненты микро- и наносистемной техники».

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле "МУ Практик Введение в профессию.pdf".

Библиогр.: 11 назв.

УДК 621.362  
ББК 22.37

**Рецензент** – В.А.Макагонов, канд. физ-мат. наук, доц. кафедры физики ВГТУ

*Рекомендовано методическим семинаром кафедры ФТТ и методической комиссией ФРТЭ Воронежского государственного технического университета в качестве методических материалов*

## Введение

Практическое занятие – одна из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении студентами под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности

Целью практического занятия является привитие умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачами практических занятий являются:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Подготовку к каждому практическому занятию необходимо начинать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения дисциплины.

Результат такой работы должен проявиться в способности свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном

обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и контрольные работы.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. В чем состоит основная (всегда декларируемая) особенность нанотехнологий?
2. Можно ли отнести к нанотехнологиям традиционные технологии, например методы вакуумного напыления?
3. В чем заключается суть размерного эффекта?
4. Что такое низкоразмерные объекты?
5. В чем заключается основное функциональное назначение электроники (электронных приборов)?
6. Основное физическое явление, лежащее в основе функционирования вакуумных ламп?
7. Каково функциональное назначение сетки в вакуумной лампе?
8. Какие материалы используют для изготовления твердотельных диодов и транзисторов?
9. В чем основная особенность сплавного транзистора?
10. В чем заключается особенность планарной технологии?
11. Объяснить основной принцип функционирования ламповой электроники.
12. Недостатки ламповой электроники.
13. Преимущества полупроводниковой электроники (твердотельной) по сравнению с ламповой.
14. Проблемы, возникающие в традиционной микроэлектронике при уменьшении характерных размеров элементов интегральных схем до десятков нанометров.
15. Основные особенности одноэлектроники.
16. Основные особенности спинтроники.
17. Основные особенности молекулярной электроники.
18. Понятие и основные особенности микроэлектромеханических систем (МЭМС).
19. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ). Принцип исследования поверхности.

20. Сканирующая силовая микроскопия (атомная силовая микроскопия (АСМ)). Принцип исследования поверхности. Какие свойства материала можно изучать с помощью АСМ?
21. В какой период началось промышленное производство изделий твердотельной электроники?
22. Какие функции выполняют транзисторы в электронных приборах?
23. В чем отличие сплавных транзисторов от диффузионных?
24. В чем преимущество диффузионных транзисторов по сравнению со сплавными?
25. Каково происхождение термина «мезотехнология»?
26. Чего позволяет добиться совокупность операций, объединяемых общим термином «фотолитография»?
27. Какие пути есть для повышения разрешающей способности (уменьшения формируемых размеров) фотолитографии?
28. В чем заключается преимущество спинтронных приборов по сравнению с приборами обычной электроники?
29. Какие материалы можно исследовать с помощью сканирующей туннельной микроскопии?
30. Какие материалы можно исследовать с помощью сканирующей силовой микроскопии?
31. Чем отличается нанотехнология от традиционно используемой технологии. Основные отличия нанотехнологии и изделий (материалов), получаемых с ее помощью, от изделий (материалов), изготовленных по традиционной технологии. (два принципиальных отличия)
32. Два основных направления, которые можно выделить в рамках нанотехнологии.
33. В чем разница между этими тремя понятиями: наноструктура, нанообъект, наноструктурированный объект?
34. В чём суть размерного эффекта?
35. Что такое электроника. Перечислить 4-ре этапа в её развитии.

36. В чём отличие ламповой электроники от твердотельной?
37. Основные особенности (характерные черты) планарной технологии.
38. Какие проблемы возникают при увеличении степени интеграции ИС? Пути решения этих проблем.
39. Что такое МЭМС? Для каких целей их разрабатывают?
40. Два типа СЗМ. В чем их принципиальное отличие?

## **КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ**

Критерии оценки учебных действий студентов по решению учебно-профессиональных задач на практических занятиях:

Оценка «отлично» выставляется, если студент активно работает в течение всего практического занятия, дает полные ответы на вопросы преподавателя в соответствии с планом практического занятия и показывает при этом глубокое овладение лекционным материалом, способен выразить собственное отношение по данной проблеме, проявляет умение самостоятельно и аргументированно излагать материал, анализировать явления и факты со ссылками на соответствующие нормативные документы, делать самостоятельные обобщения и выводы, заключения, рекомендации, правильно выполняет все этапы практического задания.

Оценка «хорошо» выставляется при условии соблюдения следующих требований: студент активно работает в течение практического занятия, вопросы освещены полно, изложения материала логическое, обоснованное фактами, со ссылками на соответствующие нормативные документы и литературные источники, освещение вопросов завершено выводами, студент обнаружил умение анализировать факты и события, а также выполнять учебные задания. Но в ответах допущены неточности, некоторые незначительные ошибки, имеет место

недостаточная аргументированность при изложении материала, недостаточно четко сделаны обобщение и выводы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в том случае, когда студент в целом овладел сути вопросов по данной теме, обнаруживает знание лекционного материала и учебной литературы, пытается анализировать факты и события, делать выводы и решать задачи. Но на занятии ведет себя пассивно, отвечает только по вызову преподавателя, дает неполные ответы на вопросы, допускает грубые ошибки при освещении теоретического материала, не может обобщить и сделать четкие логические выводы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, когда студент обнаружил несостоятельность осветить вопросы или вопросы освещены неправильно, бессистемно, с грубыми ошибками, отсутствуют понимания основной сути вопросов, выводы, обобщения, обнаружено неумение решать учебные задачи.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головин Ю. И. Основы нанотехнологий / М.: Машиностроение, 2012. - 656 с.
2. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / М.: Физматлит, 2009. - 416 с.
3. Чаплыгин Ю.А. (ред) Нанотехнологии в электронике / М.: Техносфера, 2013. - 688 с.
4. Смирнов В.И. Физические основы нанотехнологий и наноматериалы / Ульяновск: УлГТУ, 2017. - 240 с.
5. Варадан В. ВЧ МЭМС и их применение / В. Варадан, К. Виной, К. Джозе ; пер. с англ. под ред. Ю. А. Заболотной. – М. : Техносфера, 2004. – 525 с.
6. Гридчин В. А. Физика микросистем : учеб. пособие / В. А. Гридчин, И. Г. Неизвестный, В. Н. Шумский. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2006.
7. Лучинин В. В. Микросистемная техника. Прикладные области применения: учеб.-метод. разработ. / В. В. Лучинин, Ю. И. Степанов, В. А. Телец. – М.: МГИРЭА, 2004. – 100 с.
8. Нано - и микросистемная техника : от исследований к разработкам : сб. ст. / под ред. П. П. Мальцева. – М. : Техносфера, 2005. – 589 с.
9. Резнев, А. А. Тенденции развития МЭМС / А. А. Резнев, В. Д. Вернер. – М. : Амиант, 2010. – 273 с.
10. Смирнов, В. И. Наноэлектроника, нанофотоника и микросистемная техника : учебное пособие / В. И. Смирнов. — Ульяновск : Ульяновский государственный технический университет, 2017. — 281 с. Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106105.html>
11. Нанотехнологии в электронике-3.1 / И. И. Амиров, Е. А. Артамонова, А. Г. Балашов [и др.] ; под редакцией Ю. А. Чаплыгин. — Москва : Техносфера, 2016. — 480 с. Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/58864.html>

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Вопросы для практических занятий	5
Критерии оценки	7
Список литературы	9

## **«Введение в профессию»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
по подготовке к практическим занятиям  
для обучающихся по направлению 28.03.01 «Нанотехнологии  
и микросистемная техника», профиль «Компоненты микро- и  
наносистемной техники» очной формы обучения

Составитель:  
Стогней Олег Владимирович

В авторской редакции

Уч.-изд. л. 0,5

ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический  
университет" 394026 Воронеж, Московский просп., 14