

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

ФАКУЛЬТЕТ НАНО- И БИМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ



С.Б. Вениг

2019 г.

Программа производственной практики

Технологическая практика

Направление подготовки бакалавриата

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки бакалавриата

"Нанотехнологии, диагностика и синтез современных материалов"

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Саратов,
2019

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Филимонов Юрий Александрович		30.08.19
Председатель НМК	Михайлов Александр Иванович		30.08.19
Заведующий кафедрой	Филимонов Юрий Александрович		30.08.19
Специалист Учебного управления			

1. Цели производственной технологической практики

Целями технологической практики являются знакомство студентов с основными технологическими процессами создания современных материалов, в том числе, материалов для электроники, и методами их диагностики, технологическим и аналитическим оборудованием, используемым в процессе изготовления микро- и наноструктур.

Задачи технологической практики:

- Формирование и углубление теоретических и практических знаний технологических процессов создания современных материалов, в том числе, материалов и структур для электроники и методов их диагностики.
- Формирование владений навыками работы с технологическим и аналитическим оборудованием, используемом в процессе изготовления современных материалов, в том числе, магнитных материалов и микро- и наноструктур.

2. Тип (форма) проведения производственной технологической практики и способ её проведения

Производственная технологическая практика относится по типу к технологической практике, предусмотренной ФГОС ВО.

Способ проведения – стационарная.

3. Место производственной технологической практики в структуре ООП

Производственная технологическая практика относится к вариативной части блока Б2 «Практики» и проводится у студентов очной формы обучения факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ, обучающихся в бакалавриате по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» (профиль «Нанотехнологии, диагностика и синтез современных материалов»), по окончании сессии 6 семестра, дифференцированный зачет выставляется в сессию 7-го семестра.

Практика базируется на ранее приобретённых знаниях, полученных при освоении дисциплин: «Основы физического материаловедения», «Основы материаловедения многокомпонентных материалов», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Организация и управление производством, инноватика», «Физика и химия поверхности материалов и покрытий» или «Физико-химия наноструктурированных материалов», «Промышленная экология» и др. Технологическая практика подготавливает студентов к изучению таких дисциплин, как: «Технология материалов и структур электроники», «Технология наноматериалов и наноструктур», «Материаловедение. Композитные материалы», «Методы исследования и диагностики материалов и структур» и «Методы структурного и фазового анализа в материаловедении».

4. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения производственной технологической практики

В результате прохождения данной технологической практики формируются следующие компетенции: ОК-7, ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-8.

ОК-7. Способность к самоорганизации и самообразованию.

ПК-1. Способностью использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов.

ПК-2. Способность осуществлять сбор данных, изучать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования, разработке и использованию технической документации, основным нормативным документам по вопросам интеллектуальной собственности, подготовке документов к патентованию, оформлению ноу-хау.

ПК-4. Способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации.

ПК-8. Готовность исполнять основные требования делопроизводства применительно к записям и протоколам; оформлять проектную и рабочую техническую документацию в соответствии с нормативными документами.

В результате прохождения производственной технологической практики студент должен:

- **Знать:** технологические процессы создания современных материалов, основные требования делопроизводства применительно к ведению технологических протоколов, знать современные информационно-коммуникационные технологии и глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности в области технологии материалов.
- **Уметь:** использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации.
- **Владеть:** методами сбора данных, навыками изучения, анализа и обобщения научно-технической информации по тематике исследования.

5. Структура и содержание производственной технологической практики

Общая трудоемкость производственной технологической практики составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды учебной работы на практике, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля
		Всего	Лек	Лаб	Пр	СРС	
1	Подготовительный этап, включающий инструктаж по технике безопасности	24	8	0	8	8	<i>Опрос по основам ТБ и охраны труда, проверка знаний по инструкциям и пр. документам; дискуссия</i>
2	Экспериментальный этап	120	0	100	0	20	<i>Письменные промежуточные отчеты</i>
3	Подготовка отчета и презентации	72	0	0	36	36	<i>Проект отчета, презентация</i>
	ИТОГО	216	8	100	44	64	Дифференцированный зачет

Структура технологической практики

1. *Подготовительный этап*, включающий инструктаж по технике безопасности и охране труда, а также формирование плана проведения практики. Проведение опроса по теме техники безопасности и охране труда на производстве и в научно-исследовательской лаборатории. Подготовительный этап также включает вводный курс лекций по технологии и методам диагностики параметров, а также знакомство с технологическим и измерительным оборудованием, размещенным в помещениях лаборатории магнитоэлектроники СВЧ СФ ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН и Научно-технологического центра СГУ.
2. *Экспериментальный этап*, включающий привлечение студентов к научно-исследовательской работе сотрудников СФ ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН и Научно-технологического центра СГУ. При этом студенты получают практические навыки в работе с современным технологическим и аналитическим оборудованием.
3. *Подготовка отчета по практике*. На данном этапе планируется обсуждение вопросов, связанных с анализом и обработкой полученных данных, оформлением и подготовкой отчетов в соответствии с общепринятыми требованиями, публичная защита.

Формы проведения производственной технологической практики

Форма проведения производственной технологической практики – лабораторная. Практика проводится в форме лабораторных и практических работ на технологическом и аналитическом оборудовании лабораторий СФ ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН и Научно-технологического центра СГУ,

чтения обзорных лекций по основным направлениям технологии создания современных материалов и структур для электроники и нанoeлектроники, знакомства с технологическим оборудованием по созданию и анализу параметров микро- и наноструктур для микро- и нанoeлектроники.

Место и время проведения производственной технологической практики

Местом прохождения производственной технологической практики являются лаборатории Саратовского филиала ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН и участки Научно-технологического центра СГУ. Бакалавры проходят практику в течение 4-х недель по окончании 6 семестра на 3 курсе обучения, дифференцированный зачет выставляется в сессию 7-го семестра.

Формы промежуточной аттестации (по итогам практики)

Аттестация (дифференцированный зачет) по итогам производственной технологической практики проводится на основании оформленного в соответствии с установленными требованиями письменного отчета, отзыва руководителя практики. Итоги производственной технологической практики подводятся на собеседовании или в процессе публичной защиты. По итогам дифференцированного зачета выставляются оценки (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно).

6. Образовательные технологии, используемые на производственной технологической практике

При прохождении практики используются следующие технологии:

- чтение вводных лекций с целью ознакомления студентов с базовыми технологиями создания микро- и наноструктур и методами диагностики параметров, а также знакомство с технологическим и измерительным оборудованием, размещенным в лабораторных и производственных помещениях;
- лабораторные индивидуальные занятия с целью закрепления полученных знаний и приобретения практических навыков работы с технологическим и аналитическим оборудованием, используемом в процессе изготовления микро- и наноструктур;
- самостоятельная внеаудиторная работа.

Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для

инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;

- использование индивидуальных графиков прохождения практики;
- использование дистанционных образовательных технологий.

7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов на производственной технологической практике

Самостоятельная работа студентов при прохождении производственной технологической практики проводится в течение всего периода практики и заключается в чтении и изучении литературы, изучении технического описания и паспортов технологического и аналитического оборудования, оформлении отчета по практике.

Примерные темы для самостоятельной работы

- Требования к чистым помещениям для микро- и нанoeлектроники
- Вакуумные технологии получения тонких пленок
- Методы определения электрофизических параметров микро- и наноструктур
- Метод локального анодного окисления и зондовая микроскопия
- Метаматериалы для электроники и устройства на их основе
- Магнитные наноматериалы для электроники и устройства на их основе

8. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
7	5	30	15	20	0	0	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

7 семестр

Лекции

Посещаемость, активность на лекции, результативность устных опросов – от 0 до 5 баллов

Лабораторные занятия

Самостоятельность при выполнении, правильность выполнения работ, грамотность выполнения, объем выполненных работ – от 0 до 30 баллов

Практические занятия

Посещаемость, участие в дискуссиях и обсуждении результатов – от 0 до 15 баллов.

Самостоятельная работа

Самостоятельное изучение тем по заданию преподавателя - от 0 до 20 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Не предусмотрено.

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по данному виду производственной практики проводится в форме дифференцированного зачета.

При проведении промежуточной аттестации:

ответ на «отлично» оценивается от 27 до 30 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 20 до 26 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 11 до 19 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 10 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента по производственной практике «Технологическая практика» составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов по производственной практике «Технологическая практика» в оценку (дифференцированный зачет) осуществляется в соответствии с таблицей 1.1, при этом, если на собеседовании или публичной защите был дан ответ на «неудовлетворительно», то получение дифференциального зачета по технологической практике возможно только после проведения повторной защиты/собеседования.

Таблица 1.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по производственной практике «Технологическая практика» в оценку (дифференцированный зачет)

81-100 баллов	«отлично» \ «зачтено»
65-80 баллов	«хорошо» \ «зачтено»
50-64 баллов	«удовлетворительно» \ «зачтено»
0-49 баллов	«неудовлетворительно» \ «не зачтено»

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение производственной технологической практики.

а) основная литература:

1. Пул Ч. (мл.). Нанотехнологии: учеб. пособие / Ч. П. Пул, Ф. Дж. Оуэнс ; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина. - 3-е изд., доп. - М. : Техносфера, 2007. - 375, [1] с. : ил. - (Мир материалов и технологий). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-94836-150-5 (в пер.). - ISBN 0-471-07935-9 (англ).

2. Наноматериалы, нанотехнологии и области их применения: рек. список науч. и науч.-попул. лит. за 2000-2006 гг. / Саратов. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского, Зон. науч. б-ка им. В. А. Артисевич ; сост.: Г. А. Колокольникова, М. М. Стольниц ; науч. ред. Д. А. Усанов. - Саратов : [б. и.], 2008. - 39, [1] с. - Имен. указ.: с.36-39. - ISBN [Б. и.].

3. А. И. Гусев. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 410, [6] с. : ил. - Библиогр.: с. 398-400 (35 назв.). - Имен. указ.: с. 401-402. - Предм. указ.: с. 403-410. - ISBN 5-9221-0582-5 (в пер.).

б) дополнительная литература:

1. А.К. Сарычев, В.М. Шалаев. Электродинамика метаматериалов – М. Научный Мир., 2011.-429 С.

2. Харрис П. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века / П. Харрис ; пер. с англ. под ред. и с доп. Л. А. Чернозатонского. - М. : Техносфера, 2003. - 335, [1] с. : рис. - (Мир материалов и технологий). - Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 334-335с. - ISBN 5-94836-013-X (в пер.). - ISBN 0 521 55446 2

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Windows XP/Vista/7 Professional
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2010.
4. Каталог образовательных Интернет-ресурсов. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/>
5. Зональная научная библиотека им. В.А. Артисевич Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского. – Режим доступа: <http://library.sgu.ru/>

10. Материально-техническое обеспечение производственной технологической практики.

Технологическая практика проводится на базе лабораторий кафедры технологии материалов на базе Саратовского филиала ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН и Научно-технологического центра СГУ. Для чтения

лекций выделяется конференцзал СФ ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН с мультимедийным оборудованием. Практические занятия проводятся в компьютерных классах.

Используется вакуумное технологическое оборудование для нанесения пленочных покрытий методами магнетронного распыления и молекулярно-лучевой эпитаксии.

Для создания микро- и наноструктур на основе пленок используются установки фото- и импринт литографии, а также метод локального анодного окисления.

Параметры структур определяются методами электронной сканирующей и зондовой микроскопии, методами магнитно-силовой микроскопии.

Для проведения практических занятий по изготовлению микроструктур методом фотолитографии на установке совмещения и экспонирования в чистой комнате студентам выдается комплект спецодежды. В качестве расходных материалов (шаблоны, подложки, пленки, фоторезист, хим. реактивы и др.) используются материалы для научных исследований, проводимых сотрудниками кафедры.

Основное используемое оборудование:

1. Двухлучевой электронно-ионный микроскоп AURIGA
2. Оборудование для регистрации топографии поверхности Dektak 150+
3. Установка совмещения и экспонирования MJB4 с опцией для наноимпринт литографии
4. Центрифуга для нанесения фоторезистов SM-180BT.
5. Шкаф химический, вытяжной металлический ЛАБ-1200 ШВОТ
6. Оптический инспекционный микроскоп Olimpus MX51(Обзор в проходящем и отраженном свете; светлое/темное поле, поляризация; Цифровая камера с программным обеспечением для осуществления съемки и обработки изображений на компьютере)
7. Зондовый мультимодовый (AFM, STM, MFM) сканирующий микроскоп Solver P47 NT-MDT
8. прецизионные электроплитки HP-20D, для сушки фоторезиста
9. холодильник для хранения реактивов
10. Чистая комната, площадью 32 кв. м в которой размещено оборудование поименованное в пунктах 1-9
11. Установка ионного травления на базе пушки Кауфмана, Vico
12. Установки (4шт.) магнетронного (на постоянном токе и ВЧ) и термического распыления пленочных покрытий на базе вакуумных универсальных постов ВУП-5
13. Установка молекулярно-лучевой эпитаксии на базе электронного спектрометра ЭС2301, в составе напылительной камеры (с 4-мя кнудсеновскими ячейками, дифрактометром быстрых электронов и масс-спектрометром), шлюзовой/загрузочной камеры, аналитической камеры с установленным дифрактометром медленных электронов и Ожэ-спектрометром. Вакуум 0,001 Па.

14. Дифрактометр рентгеновский общего назначения (ДРОН-4) для рентгеноструктурного анализа материалов
15. Установка криогенная замкнутого цикла Janis-350, для измерения вольт-амперных характеристик в широком диапазоне температур (7-300 К)
16. Вибромагнетометр ВМ-1
17. Спектрометр электронного парамагнитного резонанса (СЭПР-1) на частоту 9.9 ГГц.
18. Зондовая СВЧ-станция.
19. СВЧ оборудование (векторный анализатор цепей, анализатор спектра, осциллографы, СВЧ генераторы и др.) для измерения СВЧ параметров микро- и наноструктур в диапазоне 0.01-7 ГГц.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» и учебным планом профиля «Нанотехнологии, диагностика и синтез современных материалов»

Автор:

Доцент кафедры материаловедения, технологии и управления качеством


к.ф.-м.н. _____

 Стецюра С.В..

Программа одобрена на заседании кафедры материаловедения, технологии и управления качеством от 12.09.2016, протокол № 2.

Подписи:

Зав. кафедрой материаловедения, технологии и управления качеством,
профессор

_____  С.Б. Вениг

Декан факультета нано- и биомедицинских технологий, профессор

_____  С.Б. Вениг