

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Декан химического факультета



В.Н. Семенов
24.04.2025 г.

ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

Б2.В.01(П) Производственная практика, технологическая

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:** 04.03.02 Химия, физика и механика материалов
- 2. Профиль подготовки/специализация:** материаловедение и индустрия наносистем
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию практики:** кафедра материаловедения и индустрии наносистем
- 6. Составители программы:** Сладкопевцев Борис Владимирович, кандидат химических наук, доцент
- 7. Рекомендована:** Научно-методический совет химического факультета протокол №10-03 от 27.03.2025 г.

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2026-2027

Семестр(ы): 4

9. Цель практики: получение профессиональных умений и опыта производственно-технологической деятельности.

Задачи практики:

- изучение документации по охране труда и технике безопасности;
- освоение технологий получения современных материалов;
- развитие навыков самостоятельной работы на технологическом оборудовании и с научной литературой;
- формирование комплекса умений по проведению и оформлению законченных научных исследований;
- использование результатов практики для подготовки выпускной квалификационной работы.

10. Место практики в структуре ООП: Б2. Часть, формируемая участниками образовательных отношений. Для успешного прохождения данной практики, студент должен предварительно изучить следующие дисциплины: Общая и неорганическая химия; Структурная химия и кристаллохимия; Физика; Математика; Современная физическая химия; Методология научного исследования и представление результатов; Механические свойства материалов; Кинетика синтеза твердофазных материалов; Химические и кристаллохимические основы синтеза функциональных материалов; Атомное моделирование структуры и физико-химических процессов; Вакуумные технологии синтеза материалов; Вакуумная техника, материалы и технология.

11. Вид практики, способ и форма ее проведения

Вид практики: Производственная.

Способ проведения практики: стационарная, выездная.

Реализуется частично в форме практической подготовки(ПП).

12. Планируемые результаты обучения при прохождении практики (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-4	Способен проводить анализ сырья и компонентов, аттестацию производимых материалов по структуре и свойствам.	ПК-4.1	Выполняет стандартные технологические операции для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции производства материалов.	Уметь: использовать стандартные технологические операции анализа сырья и конечной продукции. Владеть: навыками самостоятельной работы на технологическом оборудовании.
		ПК-4.2	Составляет протоколы аттестации материалов и отчеты о выполненной работе в соответствии с заданной формой.	Уметь: составлять протоколы аттестации материалов и отчеты о выполненной работе в соответствии с заданной формой. Владеть: методами математической обработки результатов измерений, оценки погрешности измерений.
ПК-5	Способен выбирать технические средства и методы испытаний материалов для ре-	ПК-5.1	Выбирает технические средства и методы испытаний.	Уметь: самостоятельно выбирать и использовать технические средства и методы испытаний материалов. Владеть: навыками применения современных

	шения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации.			технологий синтеза и методов исследования материалов.
		ПК-5.2	Подготавливает объекты испытаний и соответствующее оборудование	Уметь: проводить предварительное тестирование оборудования, оценивать корректность его работы, проводить калибровку и градуировку аналитических приборов. Владеть: навыками подготовки исходных материалов и оборудования для процессов испытаний.
		ПК-5.3	Оформляет необходимую документацию в соответствии с имеющимися требованиями	Уметь: оформлять документацию в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению отчетов о производственно-технологической деятельности. Владеть: навыками оформления и публичного представления результатов производственно-технологической деятельности.

13. Объем практики в зачетных единицах / ак. час. (в соответствии с учебным планом) — 3/108.

Форма промежуточной аттестации - зачет с оценкой.

14. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость				
	Всего	По семестрам			
		-	4	...	
		ч.	ч., в форме ПП	ч.	ч., в форме ПП
Всего часов	108			108	54
в том числе:					
Лекционные занятия (контактная работа)					
Практические занятия (контактная работа)	2			2	
Самостоятельная работа	106			106	54
Итого:	108			108	

15. Содержание практики (или НИР)

п/п	Разделы (этапы) практики	Виды учебной работы
1.	Подготовительный (организационный)	Организационное собрание. Инструктаж по технике безопасности (ТБ). Постановка руководителем практик целей и задач по тематике работы.
2.	Основной (экспериментальный)*	Освоение методик работы на технологическом оборудовании. Выполнение работы по заданной тематике.
3.	Заключительный (информационно-аналитический)	Обработка литературных данных и результатов проведенной экспериментальной работы, составление и оформление отчета.
4.	Представление отчетной документации	Защита отчета по практике

*Реализуется в форме практической подготовки

16. Перечень учебной литературы, ресурсов сети «Интернет», необходимых для прохождения практики (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Рощин, В.М. Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники. Ч. 2 [Электронный ресурс] / В. М. Рощин, М. В. Силибин. - 2-е изд. - М. : БИНОМ, 2012. — Москва : Лаборатория знаний, 2012. — 180 с. <URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996314713.html >.
2	Закгейм, А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Ю. Закгейм - М. : Логос, 2017. — Москва : Логос, 2017. — 304 с. <URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987044971.html >.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии: Учебное пособие / В.В. Старостин; Под ред. Л.Н.Патрикеева; Рец. А.А.Евдокимов. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 431 с.
4	Энциклопедия технологии полупроводниковых материалов : в 2 т. / под ред. К.А. Джексона и В. Шретера. — Воронеж : Водолей, 2004.
5	Берлин Е.В. Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии / Е.В. Берлин, Л.А. Сейдман – М. : Техносфера, 2010. – 528 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1.	http://www.elibrary.ru Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций.
2.	http://www.chem.msu.ru/rus Официальное электронное издание Химического факультета МГУ.
3.	http://www.lib.vsu.ru – Зональная научная библиотека ВГУ.

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы и т.д.

17. Образовательные технологии, применяемые при проведении практики и методические указания для обучающихся по прохождению практики

Практика проводится в форме контактной и самостоятельной работы. Рекомендации обучающимся по формированию и представлению отчетной документации: отчет должен содержать обработанный и систематизированный материал по тематике практики; описание технологий лабораторного синтеза и/или промышленного производства материалов, заключение, выводы и список литературных источников. Научный руководитель, за которым закреплен обучающийся (или руководитель практики от предприятия) составляет отзыв с оценкой. Окончательная оценка выставляется руководителем практики от кафедры на основании проверки оформления отчета и результатов собеседования по материалам отчета.

При реализации учебной дисциплины используются элементы электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), проведение вебинаров, видеоконференций (в том числе с применением сервисов Zoom, Discord и др.), взаимодействие в соцсетях, посредством электронной почты, мессенджеров.

18. Материально-техническое обеспечение практики:

Ауд. 355, 356, 358а, учебно-научные лаборатории.

Трубчатые однозонные и двухзонные печи; Муфельные печи; Электронные аналитические весы. Установка магнетронного напыления. Лазерный эллипсометр. Нанотвердомер. Оже-электронный спектрометр

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по практике

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Подготовительный (организационный).	ПК-5	ПК-5.1	Устный опрос
2	Основной (экспериментальный).	ПК-4 ПК-5	ПК-4.1 ПК-5.2	Практическое задание по работе на технологическом оборудовании
3	Заключительный (информационно-аналитический).	ПК-4 ПК-5	ПК-4.2 ПК-5.3	Устный опрос
4	Представление отчетной документации	ПК-4 ПК-5	ПК-4.2 ПК-5.3	Устный опрос
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				Отчет по практике

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости осуществляется научным руководителем, за которым закреплен обучающийся или руководителем от предприятия, который ведет журнал посещаемости и отметок за выполненные задания.

Контроль успеваемости по практике осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Проверка знаний по правилам техники безопасности с занесением результатов проверки в журнал инструктажа по ТБ.

Контроль выполнения практических заданий по освоению навыков работы на технологическом оборудовании.

Контроль выполнения обработки, систематизации и оформления материалов отчета по тематике практики. Собеседование с руководителем практики от кафедры по материалам отчета по практике.

Требования к выполнению заданий.

Задания для самостоятельной работы могут включать более углубленное изучение различных технологий и технологического оборудования, которое изучалось в ходе практики. При выполнении таких заданий в отчете рекомендуется отобразить физические основы работы, схему устройства оборудования, описать его технологические возможности.

20.2 Промежуточная аттестация

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, при прохождении практики проводится в ходе промежуточной аттестации. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: Отчет по практике.

Структура отчета:

1. Введение. Цели и задачи практики
2. Описание физико-химических процессов синтеза или промышленного производства материалов.
3. Описание использованных методов, технологий и технологического оборудования.
4. Выводы.
5. Список цитируемой литературы

Объем отчета 10 - 12 страниц формата А4, включая иллюстрации.

Описание технологии проведения:

Отчет с отзывом и оценкой научного руководителя, за которым закреплен обучающийся или руководителя от предприятия, сдается преподавателю, ответственному за проведение практики от кафедры, который выставляет итоговую оценку по результатам контроля оформления отчета и контроля знаний по теме практики.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере выполнил программу практики в соответствии с утвержденным графиком. Отчетные материалы отражают адекватное формулирование цели и задач исследования, выбранный метод обеспечил решение поставленных в ходе практики задач	Отлично
Обучающийся выполнил план работы практики в соответствии с утвержденным графиком. Отчетные материалы отражают, адекватное формулирование цели и задач исследования, выбор необходимого метода для решения поставленных в ходе практики задач.	Хорошо
Обучающийся частично выполнил план работы практики (не менее 50%). В представленных отчетных материалах выявлено несоответствие выбранного метода цели и задачам исследования. При прохождении практики не были выполнены все поставленные перед практикантом задачи, отчетные материалы имеют ряд недочетов по объему, необходимым элементам и качеству представленного материала.	Удовлетворительно
Обучающийся не выполнил план работы практики. Отчет оформлен с грубым нарушением требований. Отсутствуют необходимые элементы: нет отзыва с оценкой научного руководителя, за которым закреплен обучающийся или руководителя от предприятия, не сформулированы цель и задачи работы, нет выводов, нет списка использованной литературы и т.д.	Неудовлетворительно

20.3 Фонд оценочных средств сформированности компетенций студентов, рекомендуемый для проведения диагностических работ

ПК 4

Перечень заданий для оценки сформированности компетенции:

Тестовые задания

Выберите один правильный ответ из предложенных

1. Основные механизмы пластической деформации?
 - А) Скольжение, двойникование;
 - Б) Скольжение, двойникование, сбросообразование;
 - В) Скольжение, двойникование, переползание;
 - Г) Скольжение, двойникование, сбросообразование, переползание;
 - Д) Релаксация, образование ступенек и перегибов;

Е) Все ответы НЕ верны.

2. Общее число возможных систем скольжения, которое может принимать участие в скольжении в ГЦК кристаллах?

- А) 12;
- Б) 48;
- В) 36;
- Г) 4;
- Д) 16;
- Е) зависит от соотношения c/a .

3. Вдоль каких направлений идет скольжение дислокаций в ОЦК кристаллах?

- А) (111);
- Б) $\langle 110 \rangle$;
- В) [112];
- Г) $\langle 111 \rangle$;
- Д) (112);
- Е) Все ответы НЕ верны.

4. Чем объясняется различие между кривыми σ – ϵ при деформации растяжением случайно ориентированного кристалла?

- А) Поворотом плоскости скольжения дислокаций в удобное для скольжения положение;
- Б) Тем, что регистрация напряжений течения не лучший способ измерения напряжений в процессе скольжения;
- В) Различием в ориентировке плоскостей и направлений скольжения по отношению к внешней нагрузке;
- Г) Линейной зависимостью тензора напряжений от деформации;
- Д) Тем, что приведенное напряжение сдвига увеличивается с ростом деформации;
- Е) Все ответы ВЕРНЫ.

5. Чем определяется предел текучести монокристалла?

- А) Его ориентацией и фактором Шмида;
- Б) Фактором Шмида;
- В) Типом кристаллической решетки;
- Г) Направлением приложенной нагрузки;
- Д) Степенью предварительной деформации;
- Е) Всеми вышеперечисленными факторами

6. В чем заключается явление геометрического разупрочнения?

- А) В увеличении числа дислокаций в направлении нагрузки;
- Б) В повороте плоскости скольжения дислокаций в удобное для скольжения положение;
- В) В изменении геометрии кристалла с ростом деформации;
- Г) В увеличении приведенного напряжения сдвига с ростом деформации;
- Д) В уменьшении приведенного напряжения сдвига с ростом деформации;
- Е) Все ответы НЕ верны.

7. Общее число возможных систем скольжения, которое может принимать участие в скольжении в ОЦК кристаллах?

- А) 12;
- Б) 48;
- В) 36;
- Г) 4;
- Д) 16;
- Е) зависит от соотношения c/a .

8. Наиболее плотноупакованными плоскостями в ОЦК кристаллах являются?

- А) (111);
- Б) $\{110\}$;
- В) $\{100\}$;
- Г) $\{111\}$;
- Д) (112);
- Е) Все ответы НЕ верны.

9. Общее число возможных систем скольжения, которое может принимать участие в скольжении в ГПУ кристаллах?

- А) 12;
- Б) 48;
- В) 36;
- Г) 4;
- Д) 16;
- Е) зависит от соотношения c/a .

10. При каких условиях деформация скольжением в кристалле происходить не может?

- А) фактор Шмида равен нулю;

- Б) ось растяжения параллельна плоскости скольжения;
- В) ось растяжения нормальна к плоскости скольжения;
- Г) направляющий косинус между осями различных систем скольжения равен нулю;
- Д) касательные напряжения равны нулю;
- Е) все ответы ВЕРНЫ.

Задания с развернутым ответом

1. В чем заключается сущность двух основных подходов к синтезу новых материалов? Один из них – комбинаторный, заключающийся в механическом переборе большого числа возможных по химическому составу и микроструктуре материалов. Такой метод в настоящее время в связи с развитием мощности, экспрессности и степени автоматизированности химического синтеза новых веществ нашел свое отражение в возникновении так называемой «комбинаторной химии». Комбинаторный подход может быть использован для модифицирования уже найденных веществ и материалов с целью направленной оптимизации функциональных свойств. Второй подход – это открытие материалов теоретически методами численного моделирования. Этот подход существенно ограничен качеством и детализацией теоретических знаний, что выражается как в упрощенности используемых математических моделей и расчетных алгоритмов, так и в недостаточной мощности используемых вычислительных систем. На практике обычно используется комбинация этих методов.
2. В чем суть принципа структурного дизайна при синтезе новых материалов? Создание новых кристаллических структур на основе использования кристаллохимических особенностей элементов путем сочетания различных стандартных структурных блоков
3. В чем суть принципа структурного разупорядочения и непостоянства состава при синтезе новых материалов?
Существование равновесных и неравновесных дефектов, а также областей гомогенности по катионам и анионам во всех фазах, составляющих материалы
4. В чем суть принципа неравноценности объемных и поверхностных свойств при синтезе новых материалов?
Существование для материалов зависимости «состав — структура — дисперсность — свойство»
5. В чем суть принципа периодичности при синтезе новых материалов?
Закономерное изменение свойств материалов в соответствии с периодичностью свойств составляющих их элементов
6. В чем суть принципа химического, термодинамического и структурного подобия при синтезе новых материалов?
Предсказание свойств неизвестных материалов «по аналогии» с их известными представителями или «экстраполяцией свойств» в ряду аналогичных материалов.

ПК 5

Перечень заданий для оценки сформированности компетенции:

Тестовые вопросы

1. Какое свойство материала называют выносливостью?
 - а) Способность сопротивляться развитию постепенного разрушения, обеспечивая работоспособность деталей в течение заданного времени.
 - б) Способность противостоять усталости.
 - в) Способность работать в поврежденном состоянии после образования трещины.
 - г) Способность противостоять хрупкому разрушению.
2. Какова конечная цель цементации стали?
 - а) Создание мелкозернистой структуры сердцевины.
 - б) Повышение содержания углерода в стали.
 - в) Получение в изделии твердого поверхностного слоя при сохранении вязкой сердцевины.
 - г) Увеличение пластичности поверхностного слоя.
3. Какие материалы называют жаростойкими?
 - а) Металлы, способные сопротивляться часто чередующимся нагреву и охлаждению.
 - б) Материалы, способные сопротивляться коррозионному воздействию газа при высоких температурах.
 - в) Металлы, способные сохранять структуру мартенсита при высоких температурах.

г) Металлы, способные длительное время сопротивляться деформированию и разрушению при повышенных температурах.

Критерии и шкалы оценивания заданий ФОС:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ (полностью или частично неверный).

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ (полностью или частично неверный).

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

- 5 баллов – задание выполнено верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход выполнения (при необходимости));
- 2 балла – выполнение задания содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода его выполнения (если оно было необходимым), или задание выполнено не полностью, но получены промежуточные (частичные) результаты, отражающие правильность хода выполнения задания, или, в случае если задание состоит из нескольких подзаданий, верно выполнено 50% таких подзаданий;
- 0 баллов – задание не выполнено или выполнено неверно (получен неправильный ответ, ход выполнения ошибочен или содержит грубые ошибки).

Задания раздела 20.3 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных результатов освоения данной дисциплины (знаний, умений, навыков).