



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ФГБОУ ВО «ИГУ»**  
**Кафедра общей и экспериментальной физики**



**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан физического факультета  
/ Н.М. Буднев  
«02» апреля 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Вид практики:** Технологическая

**Наименование практики:**

**Б2.В.01(П) Технологическая (проектно-технологическая) практика 2**

**Способ проведения практики:** стационарная

**Форма проведения практики:** дискретная (рассредоточенная)

**Направление подготовки** 11.03.04 Электроника и микроэлектроника

**Тип образовательной программы:** бакалавриат

**Направленность (профиль):** «Электроника и микроэлектроника»

**Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

Согласовано с УМК:  
физического факультета  
Протокол № 49 от «26» апреля 2025 г.

**Председатель:** д.ф.-м.н., профессор  
Н.М. Буднев

**Рекомендовано кафедрой:**  
общей и экспериментальной физики  
Протокол № 5  
от «21» февраля 2025 г.  
**Зав. кафедрой** д.ф.-м.н., профессор  
А.А. Гаврилюк

**Иркутск 2025 г.**

## Содержание

|     |                                                                                                                                                    |    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.  | Цели и задачи дисциплины (модуля).                                                                                                                 | 3  |
| 2.  | Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО                                                                                                      | 3  |
| 3.  | Требования к результатам освоения дисциплины                                                                                                       | 3  |
| 4.  | Способы и формы проведения практики                                                                                                                | 4  |
| 5.  | Место и время проведения практики                                                                                                                  | 4  |
| 6.  | Структура и содержание практики                                                                                                                    | 5  |
| 7.  | Образовательные, научно-исследовательские и научно-производственные технологии, используемые в технологической (проектно-технологической) практике | 6  |
| 8.  | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов на технологической (проектно-технологической) практике                            | 7  |
| 9.  | Формы промежуточной аттестации (по итогам практики)                                                                                                | 9  |
| 10. | Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)                                                                                         | 9  |
| 11. | Учебно-методическое и информационное обеспечение практики                                                                                          | 9  |
| 12. | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)                                                                                            | 11 |
| 13. | Программное обеспечение                                                                                                                            | 12 |
| 14. | Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации                                                                               | 12 |

### 1. Цели и задачи дисциплины (модуля):

Программа разработана в соответствии с основной образовательной программой ФГОС по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника и предназначена для обеспечения технологической (проектно-технологической) в течение седьмого семестра.

#### Цель курса:

- знакомство студентов с основными видами и задачами будущей профессиональной деятельности;
- закрепление теоретических и практических знаний, полученных студентами при изучении базовых дисциплин, развитие навыков поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода при решении задач профессиональной деятельности;

#### Для достижения данной цели были поставлены задачи:

- закрепить и углубить теоретическую подготовку студента;
- приобрести навыков работы с оборудованием для физических экспериментов;
- приобрести опыт самостоятельной профессиональной деятельности;
- совершенствование навыков сбора, систематизации и анализа информации, которая необходима для решения задач в области физических исследований;
- сбор, систематизация, обобщение материала, который впоследствии может быть использован для выполнения выпускной квалификационной работы.

Программа ориентирована на развитие у студентов интереса к познанию физических явлений, приобретение навыков самостоятельного изучения фундаментальных основ науки и их приложений.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО:

«Технологическая (проектно-технологическая) практика 2» относится к обязательной части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника». Опыт, практические навыки и данные, полученные в ходе прохождения данной практики, могут использоваться студентами при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Процесс прохождения практики направлен на формирование следующих компетенций:

**ПК–3** - Способен внедрять и контролировать качество новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

**ПК-5** - Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

| Компетенция                                                                 | Индикаторы компетенций                                                                                                | Результаты обучения                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК–3</b> - Способен внедрять и контролировать качество новых процессов и | ПК -3.1 Проводит экспериментальные исследования по изучению свойств материалов электроники и нанoeлектроники, а также | <b>Знает:</b><br>- теоретические основы, базовые понятия, законы и модели общей физики, высшей математики, |

|                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур                                                                                                                                                                                                      | обрабатывает и представляет экспериментальные результаты в удобном для их анализа и интерпретации виде.<br>ПК -3.2 Внедряет и контролирует качество новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур.                                                                                                                       | информатики и программирования, электротехники, электроники и нанoeлектроники<br><b>Умеет:</b><br>- понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию;<br>- пользоваться теоретическими основами, базовыми понятиями, законами и моделями физики, электроники, высшей математики, информатики и программирования<br>- использовать навыки работы на персональном компьютере для обработки экспериментальных данных;<br>- использовать основные физические законы, справочные данные и количественные соотношения физики для решения профессиональных задач. |
| <b>ПК-5</b> - Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения. | ПК -5.1<br>Выявляет сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и предлагает экспериментальные методы их решения.<br>ПК -5.2<br>Выбирает и реализует на практике эффективные методики исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения. | <b>Владеет:</b><br>- навыками для решения практических задач в области исследований.<br>- методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении эксперимента.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

#### 4. Способы и формы проведения практики

Практика носит стационарный характер и проводится в рассредоточенной форме, т.е. одновременно с теоретическим обучением, но отдельно от других типов практики (дискретно по видам практик)

#### 5. Место и время проведения практики

Практика проводится в научных лабораториях физического факультета. Она может проводиться также на договорных началах в других государственных, муниципальных, общественных, коммерческих и некоммерческих организациях, предприятиях и учреждениях, осуществляющих научно-исследовательскую и/или научно-производственную деятельность в области физики (после заключения соответствующего договора).

Все подразделения университета, где обучающиеся проходят технологическую (проектно-технологическую) практику 2, обладают необходимым кадровым и научно-техническим потенциалом.

В соответствии с решением Ученого совета факультета данный вид практики является обязательным разделом данной образовательной программы и направлен на формирование общепрофессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» и в соответствии целями ОПОП ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника». Данная практика проводится рассредоточено в течение 7-го семестра.

В процессе прохождения технологической (проектно-технологической) практики 2 студенты участвуют в работе Иркутского филиала института лазерной физики Сибирского отделения РАН (ИФ ИЛФ СО РАН) и Института Геохимии имени А.П. Виноградова СО РАН (ИГХ СО РАН), научно – исследовательского Института прикладной физики ИГУ.

Область исследований: прикладные разработка в области материалов и структур твердотельной, квантовой электроники, заводской лабораторный анализ и неразрушающие методы контроля материалов. производственно-технологическая деятельность, проектно-конструкторская деятельность.

В рамках ОПОП ВО технологическая (проектно-технологическая) практика 2 по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности выполняется обучающимися в 7-ом семестре в течение 216 часов (6 ЗЕТ). Согласно утвержденному учебному плану данная практика проводится одновременно с теоретическим обучением.

## 6. Структура и содержание практики

**Общая трудоемкость практики составляет 6 зачетных единиц, 216 чаов.**

Технологическая (проектно-технологическая) практика 2 включает следующие ниже разделы.

| №  | Раздел (этап) практики                                                                                                                                                                                                                               | Формы текущего контроля                                                                          |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | <b>Подготовительный этап</b>                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                  |
|    | - знакомство обучающихся с целями технологической (проектно-технологической) практики 2, её сроками и критериями оценки<br>- ознакомление с организацией и методами работы в лаборатории                                                             | Собеседование                                                                                    |
|    | - инструктаж по технике безопасности,<br>- сдача правил по технике безопасности (при необходимости)                                                                                                                                                  | Журнал по технике безопасности                                                                   |
|    | - составление и подписание договоров в соответствии с приказом о направлении студентов на технологическую (проектно-технологическую) практику 2 (при необходимости)                                                                                  | Договор на прохождение технологической (проектно-технологической) практики 2 (при необходимости) |
|    | - выбор темы исследований с учетом рекомендации кафедры, анализ ее актуальности;<br>- изучение специальной литературы и другой научно-технической информации, достижений отечественной и зарубежной науки и техники в соответствующей области знаний | Собеседование                                                                                    |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. | <b>Основной этап</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                           |
|    | - сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме работы, составление обзора литературы, постановка задачи;<br>- участие в создании экспериментальных установок, отработке методики измерений и проведении исследований по теме работы.                                            | В процессе практики текущий контроль за работой студента, в том числе самостоятельной, осуществляется руководителем практики в рамках регулярных консультаций и собеседований. Заполняется дневник практики (при наличии) |
| 3. | <b>Заключительный этап</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                           |
|    | - Составление и оформление отчета по технологической (проектно-технологической) практике 2 в установленной форме.<br>- Получение отзыва непосредственного руководителя практики о проделанной работе.<br>- Защита студентом отчета по технологической (проектно-технологической) практике 2 на заседании кафедры. | По окончании практики на выпускающей кафедре проводится защита отчетов обучающихся.                                                                                                                                       |

|                         | <b>Этапы практики</b>        |                      |                            |
|-------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------------|
|                         | <b>Подготовительный этап</b> | <b>Основной этап</b> | <b>Заключительный этап</b> |
| <b>Количество часов</b> | 10                           | 198                  | 8                          |
| <b>Компетенции</b>      |                              |                      |                            |
| ПК-3                    | +                            | +                    | +                          |
| ПК-5                    | +                            | +                    | +                          |

## 7. Образовательные, научно-исследовательские и научно-производственные технологии, используемые в технологической (проектно-технологической) практике 2

Основной образовательной технологией, используемой на технологической практике, является интерактивное общение студента и руководителя практики, а также с сотрудниками кафедры. Перед началом практики студентам необходимо ознакомиться с правилами безопасной работы и пройти инструктаж по технике безопасности. В соответствии с заданием на практику, совместно с руководителем, студент составляет план прохождения практики, включая детальное ознакомление с проводимыми в лаборатории научными исследованиями, методами организации работы, изучение методов исследования, выполнение конкретной научно-исследовательской работы, сбор материалов для отчёта по технологической (проектно-технологической) практике 2 бакалавра. Выполнение этих работ проводится студентом при систематических консультациях с руководителем практики.

При подготовке литературного обзора по теме исследования используются материалы электронных библиотек и электронные базы учебно-методических ресурсов, указанных в настоящей программе, а также электронный ресурс библиотеки ИГУ (<http://library.isu.ru/ru>).

Научно-производственной технологией, используемой при прохождении практики, является технология внедрения студента в решение научно-производственных задач

выпускающей кафедры, других структурных подразделений организации (в том числе и внешней при наличии договора о сотрудничестве), обеспечивающая:

- сбор и компоновку научно-технической документации с целью углубленного исследования предметной области;
- непосредственное участие студента в решении научно-производственных задач выпускающей кафедры, организации, учреждения или предприятия (выполнение достаточно широкого спектра работ, связанных с отработкой профессиональных знаний, умений и навыков).

При прохождении практики в учебно-научных лабораториях кафедр и других подразделениях, а также в производственных условиях студент имеет доступ к типовому программному обеспечению, пакетам прикладных программ и Интернет-ресурсам ИГУ. Кроме того, на физическом факультете имеются аудитории для самостоятельной работы студентов, в которой студент может работать с электронными системами и готовить материалы для отчета.

## **8. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов на технологической (проектно-технологической) практике 2**

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание отчетов по практике, курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Самостоятельная работа технологической (проектно-технологической) практики 2 реализуется:

- 1) непосредственно в процессе выполнения научно-практической работы;
- 2) в контакте с руководителем вне рамок расписания - на консультациях по техническим вопросам, в ходе творческих контактов, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- 3) в библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении студентом учебных и творческих задач.

Границы между этими видами работ достаточно размыты, а сами виды самостоятельной работы пересекаются. Таким образом, самостоятельная работа студентов может быть как в лаборатории, так и вне ее.

Учебно-методическим обеспечением технологической (проектно-технологической) практики 2 является основная и дополнительная литература, рекомендуемая при изучении профессиональных дисциплин, периодические издания, учебно-методические пособия университета и другие материалы, связанные с тематикой НИР лаборатории, где проходят практику студенты.

В процессе прохождения практики студенты используют типовое программное обеспечение, пакеты прикладных программ и Интернет-ресурсы, необходимые для углубленного изучения проблемы.

| №  | Этапы практики                                                  | Вид самостоятельной работы                                | Трудоёмкость (в часах) |
|----|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------|
| 1. | <b>Подготовительный этап</b> , включающий собрание руководителя | Оформление дневника практики и/или индивидуального плана- | 10                     |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|    | практики вуза со студентами, знакомство с целями технологической (проектно-технологической) практики 2, её сроками и критериями оценки, выбор темы исследований с учетом рекомендации кафедры, постановку экспериментальной части работы научным руководителем, инструктаж по технике безопасности | графика.<br>Самостоятельное ознакомление с правилами техники безопасности.                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |
| 2. | <b>Основной этап.</b> Экспериментальный (исследовательский) этап, обработка и анализ полученной информации                                                                                                                                                                                         | Работа с технической и технологической документацией, стандартами. ГОСТами, научными публикациями по тематике проводимых работ. Ознакомление с принципами работы технологических и экспериментальных установок. Проведение опытных испытаний и экспериментов. Литературный обзор по теме исследований. Самостоятельное изучение теоретических вопросов. | 198 |
| 3. | <b>Заключительный этап.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                        | Оформление отчета по практике. Оформление дневника практики (при наличии). Самостоятельное изучение теоретических вопросов. Подготовка и репетиция доклада.                                                                                                                                                                                             | 8   |

Кроме того, в рамках производственной практики используются:

- **диалоговые технологии**, связанные с созданием коммуникативной среды, расширением пространства сотрудничества в ходе постановки и решения научно-исследовательских задач;
- **информационно-развивающие технологии**, позволяют использование мультимедийного оборудования при проведении и защите практики, а также получение студентом необходимой учебной информации под руководством преподавателя или самостоятельно;
- **лично-ориентированные технологии** обучения направлены на выстраивание для студента собственной образовательной траектории с учетом его интересов и предпочтений.

Самостоятельная работа, связанная с выполнением индивидуального задания, направлена на приобретение инструментальных компетенций в виде комплекса профессиональных знаний и умений анализировать частные задачи выбранного научного исследования: владение математическим аппаратом, используемом при построении физических моделей, знание размерностей и единиц физических величин, использование инструментария современных информационных технологий. Кроме того, самостоятельная работа при выполнении экспериментальной части направлена на развитие инструментальных и общенаучных компетенций путем освоения техники эксперимента на современных приборах и аппаратуре, выполнения анализа экспериментальных результатов на основе имеющихся теоретических моделей с использованием современных информационных технологий, защиты достоверности результатов измерений с

привлечением методов статистической обработки и сопоставлением с результатами других авторов.

Некоторые методические документы представлены в приложениях к данной программе:

- Приложение 1. Образец индивидуального задания на практику.
- Приложение 2. Образец календарного плана (графика).
- Приложение 3. Шаблон отзыва руководителя практики.

## **9. Формы промежуточной аттестации (по итогам практики)**

По окончании практики студент-практикант составляет письменный отчет и сдает его руководителю практики. Отчет должен быть оформлен согласно всем требованиям, предъявляемым к данному типу работ.

По окончании практики студент выступает с докладом перед специальной комиссией на заседании выпускающей кафедры. В состав комиссии входят руководитель практики от вуза и руководитель практики от внешней организации (в случае, если студент проходил практику там, с учетом наличия соответствующего договора).

Оценка по практике или зачет приравнивается к оценкам (зачетам) по теоретическому обучению и учитывается при подведении итогов общей успеваемости студентов.

Студенты, не выполнившие программу практики без уважительной причины или получившие отрицательную оценку, могут быть отчислены из высшего учебного заведения как имеющие академическую задолженность в порядке, предусмотренном уставом вуза.

Форма промежуточной аттестации по итогам технологической (проектно-технологической) практики 2 – **зачет с оценкой**.

## **10. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)**

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

## **11. Учебно-методическое и информационное обеспечение практики**

Во время прохождения практики студент использует различную литературу согласно выбранной тематике исследований. Полный список использованных бакалавром источников указывается им самим в отчете практики.

### ***а) литература***

1. Шендрик, Р. Ю. Введение в физику сцинтилляторов - 1 [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. Ю. Шендрик. - ЭВК. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - Режим доступа: ЭЧЗ Библиотек". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9624-0884-2

2. Методы выращивания и исследования кристаллических материалов [Текст] : лаб. практикум / Физ. фак. ; ред. Е. А. Раджабов ; рец. В. В. Акимов. - Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2012. - 82 с. - Б. ц. (10 экз.)

3. Шендрик Р. Ю. Введение в физику сцинтилляторов - 2 [Текст] : учеб. пособие / Р. Ю. Шендрик, Е. А. Раджабов ; рец.: А. Н. Сапожников, А. А. Гаврилюк ; Иркут. гос. ун-т, Рос.акад. наук, Сиб. отд., Ин-т геохим. им. А. П. Виноградова. - Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2014. - 95 с. - (Методы экспериментальной физики конденсированного состояния). -Б. ц. (10 экз.)

4. Шалаев, А. А. Основы физического материаловедения [Текст] : учеб. пособие : в 2 ч. / А. А. Шалаев ; рец.: В. В. Акимов, А. А. Гаврилюк ; Иркут. гос. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т геохимии им. А. П. Виноградова. - Иркутск : Изд-во Иркут. гос. унта, 2013 - . - (Методы экспериментальной физики конденсированного состояния). Ч. 1. - 2013. - 159с. - Б. ц. (10 экз.)

5. Шалаев А. А. Основы физического материаловедения [Текст] : учеб. пособие : в 2 ч. /А. А. Шалаев ; рец.: В. В. Акимов, А. А. Гаврилюк. - Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2013 - Ч. 2. - 2014. - 175 с. - Б. ц. (10 экз.)

6. Раджабов Е. А. Спектроскопия атомов и молекул в конденсированных средах [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. А. Раджабов. - ЭВК. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9624-0

7. Паперный В.Л. Основы нанотехнологий. Плазменные технологии в наноэлектронике [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / В. Л. Паперный. - ЭВК. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9624-1102-6

8. "Электроника и микроэлектроника" : в 2 ч. / В. М. Рошин. - 2-е изд. - ЭВК. - М. : Бинوم. Лаборатория знаний. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-94774-913-7. Ч. 2. - 2012. - ISBN 978-5-9963-1471-3882-8

9. Филачев, А. М. Твердотельная фотоэлектроника. Физические основы [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. 200200 "Оптехника", 200600 "Фотоника и оптоинформатика" и оптич. спец. / А. М. Филачев, И. И. Таубкин, М. А. Трищенко. - 2-е изд., испр. и доп. - ЭВК. - М. : Физматкнига, 2007. - 384 с. - Режим доступа: Электронный читальный зал "Библиотех". - ISBN 978-5-89155-154-1

10. Егранов А. В. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. В. Егранов. - ЭВК. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9624-0884

11. Васильев А.Н., Михайлин В.В. Введение в спектроскопию диэлектриков. Часть II. Вторичные процессы: Учебное пособие. - М.: Университетская книга, 2010. - 238 с. Режим доступа: ЭБС "Единое окно". - Неогранич. доступ.

12. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7(30 лекций) [Текст] : Учеб. пособие для студ. вузов / П. А. Бутырин [и др.] ; Моск. энерг. ин-т. - М. : ДМК Пресс, 2005. - 264 с. : ил., табл.; 23 см. - (National instruments). - ISBN 5-94074-084-7. - (1 экз)

13. Пергамент, М. И. Методы исследований в экспериментальной физике [Текст] : учеб. пособие / М. И. Пергамент. - М. : Интеллект, 2010. - 300 с. : ил. ; 21 см. - (Физтехковский учебник). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-91559-026-6. - (1 экз)

14. Гаврилюк А.А., Семиров А.В., Морозова Н.В., Голыгин Е.А. Магнитные свойства твердых тел. Учебное пособие. Иркутск, Изд-во ИГУ.2014.-163 с., ISBN 978-5-9624-1105-7 (19 экз.)

15. Старосельский, В.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. вузов. - ЭВК. - М. : Юрайт : ИД Юрайт, 2011. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9916-0808-4. - ISBN 978-5-9692-0962-6 (электронный ресурс)

16. Барыбин, А. А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы [Текст] : [учеб. пособие]. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 426 с.- Режим доступа: ЭБС "Рукопт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9221-0679-5 (электронный ресурс, <http://rucont.ru/efd/152088>)

*Сверено с № 45*

#### **б) периодические издания**

<http://perst.issp.ras.ru/Control/Inform/perst.htm>

#### **в) базы данных, поисково-справочные и информационные системы**

- 1) стандартные сервисы глобальной сети Интернет
- 2) НБ ИГУ <http://library.isu.ru/ru>
- 3) ЭЧЗ «Библиотех» <https://isu.bibliotech.ru/>

- 4) ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- 5) ЭБС «Рукопт» <http://rucont.ru>
- 6) ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru>
- 7) Книгафонд - библиотека онлайн чтения. [www.knigafund.ru](http://www.knigafund.ru)
- 8) Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org>)
- 9) Электронные ресурсы Научной библиотеки Иркутского университета
  - БД редких книг и рукописей;
  - БД «Коллекция Н. С. Романова»;
  - БД «Библиотека Н. О. Шаракшиновой»;
  - БД «Иностранная литература»;
  - БД «Американистика»;
  - БД «Коллекция «Оксфорд»;
  - БД «Электронные издания»;
  - БД «Авторефераты диссертаций»;
  - БД «Учебно-методическая литература»;
  - ЭК периодических изданий;
  - БД «Книги библиотеки Иркутского МИОНа».
  - «Статьи. Точные и естественные науки»;
  - «Научные журналы JDP»

## 12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Лаборатории физического факультета ИГУ располагают комплексом современного научного и технологического оборудования, обеспечивающего надлежащий уровень производственной практики для бакалавров по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

Серийный модернизированный вакуумный пост ВУП-5, снабженный магнетронной распылительной системой, обеспечивающей проведение технологических процессов ионно-плазменного нанесения диэлектрических и металлических пленок наноразмерной толщины на подложки разного вида и их модификацию, в т.ч., формирование в диэлектрических пленках металлических наночастиц для задач нано- и оптоэлектроники.

Плазменный реактор на основе СВЧ-печи для проведения плазменной обработки и модификации элементов опто- и микроэлектроники. Ионный имплантер на основе импульсного вакуумно-дугового разряда (разработка Института сильноточной электроники СО РАН, г. Томск), обеспечивающий имплантацию ионов металлов в подложки разного вида, предназначенных, в частности, для создания нового класса оптических сред, содержащих наночастицы металлов.

Установки по измерению динамических магнитных и магнитоупругих параметров магнитомягких ферромагнетиков, установка по проведению термомагнитной обработки магнитомягких ферромагнетиков.

На основании договора о сотрудничестве (от 01.09.2016) практика может 1 проводиться на базе научных лабораторий Института Геохимии СО РАН, которые располагают следующим оборудованием:

Установка для оптических измерений в области вакуумного ультрафиолета на базе монохроматоров ВМР2 (60-400 нм) и МДР-2 (200-6000 нм) с микропроцессорным управлением. Установка укомплектована ВУФ источниками - Дейтериевыми разрядными лампами с окном из фтористого магния (до 115 нм) Hamamatsu (L9841), для временных измерений предназначена импульсная рентгеновская трубка МИРА-2 (длительность импульса 8 нс, энергия в импульсе 100 КэВ). Установка позволяет измерять спектры поглощения и возбуждения с регистрацией свечения через светосильный монохроматор МДР2, укомплектованный оптическим фотомодулем Hamamatsu (H6780) с системой счета фотонов.

Установка для измерений свечения образцов в области вакуумного ультрафиолета на базе монохроматора ВМ4. При этом возбуждение свечения производится рентгеновским излучением или вакуумным ультрафиолетом разрядных ксеноновой и криптоновой ламп.

Спектрофотометр Perkin-Elmer Lambda 950, работающий в диапазоне 180-3000 нм, с максимальным спектральным разрешением 0,2 нм и приставки к нему.

Спектрометр Perkin-Elmer LS50 позволяющий быстро измерить спектры возбуждения свечения и затухания свечения. Разрешение 1 нм.

Все установки оборудованы криостатами для низкотемпературных измерений.

Гелеевый криостат замкнутого цикла Janis Research, CCS-100 для работ при температуре жидкого гелия.

Высокотемпературные установки для выращивания кристаллов РЕДМЕТ-8, РЕДМЕТ10 и СЗВН-20, УВК, а также ряд установок собственного изготовления. Имеющаяся экспериментальная база по выращиванию кристаллов позволяет в широких пределах варьировать условия роста.

Установка для оптических измерений в области вакуумного ультрафиолета на базе монохроматоров ВМР2 (60-400 нм) и МДР-2 (200-6000 нм) с микропроцессорным управлением.

Установка укомплектована ВУФ источниками - Дейтериевыми разрядными лампами с окном из фтористого магния (до 115 нм) Hamamatsu (L9841), для временных измерений предназначена импульсная рентгеновская трубка МИРА-2 (длительность импульса 8 нс, энергия в импульсе 100 КэВ).

Установка позволяет измерять спектры поглощения и возбуждения с регистрацией свечения через светосильный монохроматор МДР2, укомплектованный оптическим фотомодулем Hamamatsu (H6780) с системой счета фотонов.

Установка для измерений свечения образцов в области вакуумного ультрафиолета на базе монохроматора ВМ4. При этом возбуждение свечения производится рентгеновским излучением или вакуумным ультрафиолетом разрядных ксеноновой и криптоновой ламп.

Спектрофотометр Perkin-Elmer Lambda 950, работающий в диапазоне 180-3000 нм, с максимальным спектральным разрешением 0,2 нм и приставки к нему.

Спектрометр Perkin-Elmer LS50 позволяющий быстро измерить спектры возбуждения и свечения и затухания свечения. Разрешение 1 нм.

Все установки оборудованы криостатами для низкотемпературных измерений.

Гелеевый криостат замкнутого цикла Janis Research, CCS-100 для работ при температуре жидкого гелия.

Высокотемпературные установки для выращивания кристаллов РЕДМЕТ-8, РЕДМЕТ-10 и СЗВН-20, УВК, а также ряд других установок. Имеющаяся экспериментальная база по выращиванию кристаллов позволяет в широких пределах варьировать условия роста.

### **13. Программное обеспечение**

На каждом компьютере с предустановленной ОС Windows 7 установлены следующие программные пакеты: MinGW, Geany, Gnuplot, Modellus, LibreOffice. Все прикладное программное обеспечение Freeware. Имеются списки заданий и методическое руководство в электронном и печатном виде.

Сайты пакетов программирования, используемых на практических занятиях (<http://modellus.fct.unl.pt/>, <http://www.wolfram.com/>).

### **14. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации**

Система оценки качества прохождения практики предусматривает следующие виды контроля:

- текущий контроль;
- промежуточная аттестация.

Текущий контроль осуществляется руководителем от организации и руководителем от ИГУ. Проводится в форме собеседования, посещения баз практики, предварительной проверки материалов отчета по практике. Промежуточная аттестация проводится в виде защиты отчета на заседании выпускающей кафедры. При проведении промежуточной аттестации обучающегося учитываются результаты текущего контроля (в том числе отзыв руководителя).

**Для защиты отчета студент должен предоставить:**

- индивидуальный план-график и/или дневник;
- отчет по практике, включающий текстовые, табличные и графические материалы, отражающие решение предусмотренных программой практики задач, и сделанный в соответствии с установленными правилами оформления;
- отзыв руководителя практики о работе студента в период практики с оценкой уровня и оперативности выполнения им задания по практике, отношения к выполнению программ практики и т.п.

Без предоставления перечисленных документов студент к защите не допускается.

Отчет по практике выполняется в виде пояснительной записки, сброшюрованной из стандартных (формата А4) листов бумаги, и оформляется в соответствии с требованиями. Защита практики проводится публично в виде презентации отчета. Комиссия, состоящая из преподавателей выпускающей кафедры (не менее 3 человек), оценивает степень освоения студентом практических методов исследования, умение грамотно и доступно излагать информацию. При выставлении зачета (дифференцированного) по практике учитывается отзыв руководителя, содержание отчета, качество доклада, ответы на вопросы комиссии.

Все заявленные в разделе 3 компетенции формируются в процессе обучения и закрепляются при прохождении технологической (проектно-технологической) практики 2 в основном ее этапе.

Отчет о технологической (проектно-технологической) практике 2 должен соответствовать заданию, полученному от непосредственного руководителя, включать в себя предварительные выводы и обсуждение полученных результатов. Он может в полном объеме впоследствии быть включен в состав выпускной квалификационной работы (если обучающийся продолжит свою научную деятельность по тому же направлению).

В период прохождения практики руководитель практики от организации и руководитель практики от ИГУ составляют Отзыв (общую характеристику) о работе студента заверяя ее подписью (и печатью при необходимости).

При оценивании результатов прохождения технологической (проектно-технологической) практики 2 комиссия может использовать следующие ниже критерии.

| №<br>п/п | Оценка               | Критерий                                                                                                                                                                                                         |
|----------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.       | отлично<br>(зачтено) | Полностью выполнено задание, данное руководителем. Демонстрирует высокий уровень сформированности знаний, умений. Проявляет полную самостоятельность и инициативу.                                               |
| 2.       | хорошо<br>(зачтено)  | Полностью выполнено задание, данное руководителем. Демонстрирует достаточно высокий уровень знаний и умений. Проявляет самостоятельность и инициативу. Допускаются отдельные несущественные ошибки, исправляемые |

|    |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                      | студентами после указания преподавателя на них                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 3. | удовлетворительно<br>(зачтено)       | Задание руководителя выполнено не полностью. Демонстрирует достаточный уровень знаний и умений. Не проявляет самостоятельность и инициативу. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при выявлении причинно-следственных связей и формулировке выводов |
| 4. | Не удовлетворительно<br>(не зачтено) | Задание не выполнено. Изложение материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, не исправляемые даже с помощью преподавателя. Не самостоятелен, не проявляет инициативы.                                                                   |

Программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки **11.03.04 Электроника и наноэлектроника.**

**Разработчик:**



к.ф.-м.н., доцент Морозова Н.В.

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики

Протокол № 5 от 21. 02.2025 г.

Зав. Кафедрой



Гаврилюк А.А.

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*

## ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ (ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ) ПРАКТИКУ 2

студента \_\_\_\_\_  
группы \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_  
направление, профиль \_\_\_\_\_  
в период с «\_\_\_» \_\_ 20\_\_ г. по «\_\_\_» \_\_ 20\_\_ г.

### 1. Содержание задания

---

---

---

---

---

---

---

---

### 2. Краткие указания к выполнению задания

---

---

---

---

### 3. Материалы к отчету об исполнении задания

К защите практики представить следующие документы:

Индивидуальное задание для прохождения практики

Отчет о прохождении практики

Отзыв руководителя практики

---

Дата выдачи индивидуального задания: «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Руководитель практики \_\_\_\_\_  
(подпись) (уч. звание, уч. степень, должность) (Ф.И.О.)  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Задание принял к исполнению студент \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (уч. звание, уч. степень, должность) (Ф.И.О.)  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН (ГРАФИК) ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ (ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ) ПРАКТИКИ 2

[illegible]

## ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ (ПРОЕКТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ) ПРАКТИКИ 2

Студент

Тема

Факультет/институт

Кафедра

Руководитель

(Ф. И. О., место работы, должность, ученое звание, степень)

### Оценка уровня подготовленности студента

| Требования к профессиональной подготовке                                                                                                                     | Соответствует | В основном соответствует | Не соответствует |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------|------------------|
| Уметь корректно формулировать цель и определять задачи по теме исследования при выполнении научно-исследовательской работы                                   |               |                          |                  |
| Уметь определять актуальность и научную новизну исследования                                                                                                 |               |                          |                  |
| Устанавливать приоритеты и методы решения поставленных задач                                                                                                 |               |                          |                  |
| Уметь использовать научную и техническую информацию – правильно оценить и обобщить степень изученности объекта исследования                                  |               |                          |                  |
| Знать критерии выбора теоретических, аналитических, экспериментальных методов исследования                                                                   |               |                          |                  |
| Уметь использовать профессиональные знания и навыки для решения научно-исследовательских задач                                                               |               |                          |                  |
| Владеть современными методами анализа и интерпретации полученной информации, оценивать их возможности при решении поставленных задач                         |               |                          |                  |
| Уметь рационально планировать время выполнения работы, определять грамотную последовательность и объем операций и решений при выполнении поставленной задачи |               |                          |                  |
| Уметь объективно оценивать полученные результаты расчетов, вычислений, использовать для сравнения данные других исследователей                               |               |                          |                  |
| Уметь анализировать полученные результаты, интерпретировать полученные данные                                                                                |               |                          |                  |

|                                                                                                                                                                                                                                                        |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| Уметь работать в составе научно-исследовательского коллектива, принимать участие в интерпретации научно-исследовательских данных, составлении отчётов по тематике научных исследований, подготовке публикаций                                          |  |  |  |
| Уметь делать самостоятельные обоснованные и достоверные выводы из проделанной работы                                                                                                                                                                   |  |  |  |
| Уметь пользоваться нормативными документами в области профессиональной деятельности                                                                                                                                                                    |  |  |  |
| Уметь внедрять и контролировать качество новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур                                                                                                                          |  |  |  |
| Уметь аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения. |  |  |  |

#### Достоинства

---

---

---

---

---

---

---

---

#### Недостатки

---

---

---

---

---

---

---

---

#### Заключение

---

---

---

---

---

---

---

---

Руководитель \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

(подпись)