



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Физический факультет
Кафедра общей и экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ
Декан Н.М. Буднев
«18» апреля 2023

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Вид практики Б2.О.01(У) Учебная практика. Ознакомительная практика
Способ проведения практики стационарная
Форма проведения практики: рассредоточенная
Направление подготовки 11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА
Тип образовательной программы: прикладной бакалавриат
Направленность (профиль): Электроника и нанoeлектроника
Квалификация (степень) выпускника: бакалавр
Форма обучения: очная

Согласовано с УМК:
физического факультета
Протокол № 38
от « 18 » апреля 2023 г.
Зам. председателя, к.ф.-м.н, доцент
В.В. Чумак

Рекомендовано кафедрой:
общей и экспериментальной физики
Протокол № 7
от « 31 » января 2023 г.
Зав. кафедрой, д.ф.-м.н., профессор
А.А. Гаврилюк

Иркутск 2023 г.

Содержание

1. Цели учебной практики	3
2. Задачи учебной практики	3
3. Место учебной практики в структуре ОПОП ВО направления 11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА	3
4. Способ и формы проведения учебной	3
5. Место и время проведения учебной практики	3
6. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения учебной	4
7. Структура и содержание учебной практики	4
7.1. Объем практики и виды учебной работы	4
7.2. Содержание разделов и тем учебной практики	4
7.3 Разделы учебной практики и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами	5
7.4. Разделы и темы учебной практики и виды занятий	5
7.5 Перечень практических и лабораторно-экспериментальных заданий	6
7.6. План самостоятельной работы студентов	7
7.7. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	7
7.8. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	7
8. Образовательные, научно-исследовательские и научно-производственные технологии, используемые на учебной практике	7
9. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов на практике	8
10. Формы промежуточной аттестации по итогам практики	8
11. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по практике	9
12. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной практики	10
а) <i>основная литература</i>	10
б) <i>дополнительная литература</i>	11
в) <i>программное обеспечение</i>	11
г) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i>	11
13. Материально-техническое обеспечение учебной практики	12
14. ПРИЛОЖЕНИЕ: ФОС	13

1. Цели учебной практики

Основной задачей практики является ознакомление студентов с основными направлениями развития электроники и нанoeлектроники в Иркутском регионе. В рамках этой задачи студенту предлагается ознакомиться с проводимыми на базе физического факультета ИГУ и Институтов Иркутского научного центра СО РАН исследованиями в области технологии материалов микро- и нанoeлектроники.

Цель практики – дать студентам представление о современных методах получения материалов электроники и нанoeлектроники, методов исследования их физических параметров.

Данная учебная практика направлена на закрепление и углубление теоретической подготовки обучающихся, приобретение ими практических навыков и развитие первичных профессиональных навыков и умений по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» (профиль «Материалы и компоненты твердотельной электроники»).

2. Задачи учебной практики

Для достижения данной цели ставятся **задачи**:

- познакомить студентов с тематикой работы научных учреждений Иркутского научного центра СО РАН.
- ознакомление студентов направления “Электроника и нанoeлектроника” с последними достижениями в области электроники и нанoeлектроники, физики конденсированного состояния.
- ознакомление с методами подготовки материалов электроники для экспериментальных исследований;
- освоение первоначальных навыков и умений студентов направления “Электроника и нанoeлектроника” с работой современного научного экспериментального оборудования, изучение методов подготовки технологического оборудования;
- формирование у студентов навыков исследовательской, технологической и исследовательской деятельности, овладение инструментальными и экспериментальными видами работ.

3. Место учебной практики в структуре ОПОП ВО направления 11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Данная практика относится к базовому циклу Б2, является обязательной и предназначена для студентов второго курса.

При изучении курса требуется знание разделов и тем следующих дисциплин:

- основы физики (механика, молекулярная физика и термодинамика, электричество и магнетизм, теоретические основы электротехники);
- высшая математика (математический анализ, аналитическая геометрия, дифференциальное и интегральное исчисление, элементы вычислительной математики);
- теоретические основы электротехники;
- основы инженерной и компьютерной графики;

4. Способ и формы проведения учебной практики.

Практика является учебной, поэтому она проводится в форме непрерывных практических занятий в течение всего семестра в учебных лабораторий кафедры общей и экспериментальной физики и институтах Иркутского научного центра СО РАН. Способ проведения - стационарная, распределенная.

5. Место и время проведения учебной практики

Занятия проводятся на кафедре общей и экспериментальной физики ИГУ в лаборатории “Физического материаловедения кафедры общей и экспериментальной физики

ИГУ », находящейся непосредственно в корпусе физического факультета ИГУ, а также в научных лабораториях Института Геохимии СО РАН и ИФ Института лазерной физики СО РАН

Практика проходит в четвертом семестре согласно учебному плану в течение 108 часов.

6. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения учебной практики

Обеспечиваемые компетенции. Данная учебная практика, согласно положениям федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования при подготовке бакалавра по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, позволяет студенту приобрести следующие общепрофессиональные (ОПК) и профессиональные компетенции (ПК):

- способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК-1);

- способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК – 2);

- способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-2);

- готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники (ПК-3);

7. Структура и содержание учебной практики

7.1. Объем практики и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		4			
Аудиторные занятия (всего)	0	0			
В том числе:		-			
Лекции					
Лабораторные работы (ЛР)					
КСР					
Самостоятельная работа (всего)	144/4	144			
В том числе:		-			
Выполнение практических заданий	18/0.5	18			
Проведение физического эксперимента	72/2	72			
Подготовка отчетов по практике	22/0.32	22			
Подготовка к зачету	2/0.06	2			
Контактная работа (всего)	30/0.8	30			
Вид промежуточной аттестации (<u>зачет</u> , экзамен)		<u>зач</u>			
Общая трудоемкость	часы	144	144		
	зачетные единицы	4	4		

7.2. Содержание разделов и тем учебной практики

Раздел 1. Полупроводниковые и диэлектрические материалы электроники

Методы получения полупроводниковых материалов электроники. Получение материалов для детекторов ионизирующего излучения. Методы выращивания монокристаллов. Метод Чохральского. Метод Бриджмена – Стокбаргера.

Раздел 2. Оптические свойства материалов электроники и нанoeлектроники

Взаимодействие лазерного излучения с веществом.

Раздел 3. Магнитные свойства материалов электроники

Магнитомягкие материалы. Кривые намагничивания и петли гистерезиса магнитомягких материалов. Магнитоупругие свойства ферромагнетиков.

Раздел 4. Электрофизические свойства материалов электроники

Двухзондовый метод измерения электрического сопротивления. Четырехзондовый метод.

Измерение эффекта Холла.

7.3 Разделы учебной практики и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)
1.	Б1.Б.18 Физика полупроводников	Раздел 1, раздел 4
2.	Б1.Б.19. Твердотельная электроника	Раздел 1, раздел 4
3.	Б1.В.ДВ.6.1 Квантовая оптическая электроника	Раздел 2.
4.	Б1.В.ДВ.8.1 Методы исследования материалов и структур электроники	Раздел 1, раздел 2, раздел 3, раздел 4.
5.	Б1.В.ДВ.7.1 Современное физическое материаловедение	Раздел 1, раздел 2, раздел 3, раздел 4.

7.4. Разделы и темы учебной практики и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					Всего
			Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	
1.	Полупроводниковые и диэлектрические материалы электроники	Собственные и примесные полупроводники. Методы получения и		10			28	38

		исследования.						
2.	Взаимодействие лазерного излучения с веществом	Люминесценция. Сцинтилляторы.		6			28	34
3.	Магнитные свойства материалов электроники	Магнитомягкие материалы на примере аморфных металлических сплавов. Магнитострикция. ΔE-эффект.		6			28	34
4.	Электрофизические свойства материалов электроники	Методы измерений электрического сопротивления и эффекта Холла полупроводниковых материалов		8			28	36

7.5 Перечень практических и лабораторно-экспериментальных заданий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	1	Методы выращивания полупроводниковых материалов электроники и наноэлектроники.	28	практические , собеседование.	ОПК-1, ОПК-2, ПК-8, ПК-9
2.	2	Механизмы люминесценции Спектры люминесценции. Материалы для квантовой и оптической электроники.	28	практические , собеседование	
3.	3	Магнитомягкие материалы. Петли гистерезиса магнитомягких материалов. Магнитоупругие явления. Эффект магнитоимпеданса.	28	практические , собеседование	
4.	4	Методы измерений электрического сопротивления и эффекта Холла полупровод-	10	практические , собеседо-	

		никовых материалов		вание	
--	--	--------------------	--	-------	--

7.6. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Все темы	Выполнение практической работы по выбранной теме исследований, составление отчета	Ответить на контрольные вопросы, оформить отчет по практике, описать методы проведения эксперимента, вопросы	Вся рекомендуемая литература	100
2.	Текущие консультации				4
3.	Подготовка к зачету				4

7.7. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

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 курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Самостоятельная работа реализуется:

- 1) Непосредственно в процессе в лабораториях кафедры и институтов Иркутского научного центра СО РАН при выполнении практических заданий.
- 2) В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- 3) В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении студентом учебных задач.

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

7.8. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены.

8. Образовательные, научно-исследовательские и научно-производственные технологии, используемые на учебной практике

Студент в течение семестра должен прослушать обзорные лекции и ознакомиться с работой современных экспериментальных установок. Контроль самостоятельной работы осуществляется при проведении собеседования по заданному разделу, а также при защите отчета по практике. Преподаватель оценивает уровень знаний студента, его компетентность, понимание проблем современной электроники и наноэлектроники. Кроме того, студент

должен провести физический эксперимент с помощью современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта, оформить и защитить отчет, представленный в электронном виде. Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой. Отчеты хранятся в специально выделенной папке. Составляется ведомость сдачи-приема отчетов. Преподаватель пишет групповой отчет о прохождении учебной практики.

9. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов на практике

Пример задания для практической работы:

Измерить петлю гистерезиса магнитомягкого ферромагнетика, полученного методом быстрой закалки из расплава. Установить качественные зависимости величины остаточной индукции, коэрцитивной силы и магнитной проницаемости от частоты перемагничивающего поля. Установить качественные зависимости влияния упругих механических напряжений на квазистатические магнитные параметры магнитомягких ферромагнетиков. Определить магнитополевою зависимость ΔE –эффект в магнитомягких ферромагнетиках, прошедших термомагнитную обработку. Исследуйте зависимость температуры термомагнитной обработки на магнитополевые зависимости величины изменения модуля упругости.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущей аттестации по разделам (этапам) практики, осваиваемым студентом самостоятельно.

- 1.1 Материалы микро- и нанoeлектроники.
- 1.2 Полупроводниковые материалы. Зонная структура полупроводниковых материалов.
- 1.3 Полупроводники легированные донорными и акцепторными примесями.
- 1.4 Методы получения полупроводниковых материалов электроники и нанoeлектроники.
- 2.1 Виды люминесценции. Флуоресценция. Фосфоресценция. Механизм и свойства люминесценции.
- 2.2. Квантовый выход. Кинетика люминесценции. Люминофоры.
- 2.3. Применения люминесценции.
- 2.4. Сцинтилляторы.
- 3.1. Ферромагнетики. Спиновая поляризация электронов.
- 3.2. Петли гистерезиса ферромагнетиков. Основные магнитные параметры ферромагнетиков.
- 3.3. Магнитострикция и ΔE –эффект в ферромагнетиках.
- 3.4. Модели процесса намагничивания ферромагнетика.
- 3.5 Эффект магнитоимпеданса
- 4.1. Двухзондовый метод измерения электрического сопротивления полупроводника.
- 4.2. Четырехзондовый метод измерения электросопротивления полупроводника.
- 4.3. Эффект Холла в полупроводниках.

10. Формы промежуточной аттестации по итогам практики

К концу четвертого семестра студент должен показать и защитить отчеты (в электронной форме). Защита отчета происходит в форме собеседования. После сдачи всех отчетов студент допускается к зачету. На последнем занятии в семестре проводится зачет в форме индивидуального опроса.

Примерный список вопросов к итоговому зачёту:

- 1 Структура и основные свойства полупроводниковых материалов.
2. Эффект поля. p-n – переход. Диффузия носителей заряда в полупроводниках. Процессы генерации и рекомбинации носителей заряда.
3. Диэлектрические свойства твердых тел. Поляризация диэлектриков, ее виды. Межатомные силы связи в диэлектриках. Зонная структура диэлектриков. Пиро-, пьезо-, и сегнетоэлектрики. Пробой диэлектриков.
4. Виды люминесценции. Квантовый выход. Механизмы люминесценции.
5. Спектры люминесценции.

6. Материалы для квантовой и оптической электроники.
7. Ферромагнетизм и антиферромагнетизм. Магнитная анизотропия. Магнитостатическое взаимодействие.
8. Температурные свойства ферромагнетиков и антиферромагнетиков. Закон Кюри – Вейсса.
9. Намагничивание ферромагнетиков. Параметры петли гистерезиса.
10. Магнитострикция. ΔE –эффект в ферромагнетиках.
11. Эффект магнитомпеданса в магнитомягких ферромагнетиках
12. Механизмы упругого и неупругого рассеяния электронов проводимости в кристаллической решетке. Длина свободного пробега.
13. Время жизни носителей заряда.
14. Двухуровневая система микрочастиц во внешнем поле. Основные уравнения. Вероятности индуцированных переходов .
14. Спонтанные переходы
15. Анализ поглощения электромагнитного поля двухуровневой системой.
16. Общие вопросы построения лазеров
17. Особенности оптического диапазона
18. Элементарная теория открытых оптических резонаторов
19. Добротность резонаторов.
20. Классификация оптических резонаторов.
- Характеристики лазерного излучения.
21. Уширение спектральных линий.
22. Методы определения электрофизических параметров полупроводников.
23. Двухзондовый метод.
24. Четырехзондовый метод.
25. Эффект Холла.

11. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по практике

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной практики

а) основная литература

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

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.)

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.)

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., Ин-т геохимии им. А. П. Виноградова. - Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2013. - . - (Методы экспериментальной физики конденсированного состояния). Ч. 1. - 2013. - 159 с. - Б. ц. (10 экз.)

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.)

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

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

Рощин В.М. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. 210100 "Электроника и микроэлектроника" : в 2 ч. / В. М. Рощин. - 2-е изд. - ЭВК. - М. : Бином. Лаборатория знаний. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-94774-913-7. Ч. 2. - 2012. - ISBN 978-5-9963-1471-3882-8

б) дополнительная литература

Филачёв, А. М. Твердотельная фотоэлектроника. Физические основы [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. 200200 "Опготехника", 200600 "Фотоника и оптоинформатика" и оптич. спец. / А. М. Филачёв, 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

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

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.

в) программное обеспечение

1. QTI-plot Пакет для построения графиков. Лицензия GPL, пакет программ LibreOffice

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1) интернет ресурсы в свободном доступе и на сайте ИГУ www.isu.ru

2) Сайт группы экспериментальной физики <http://medphysics-irk.ru>

3) Курс на сайте ЕОС ИГУ Образовательный портал Иркутского государственного университета <http://educa.isu.ru/course/view.php?id=569>

б) *дополнительная литература*

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

в) *программное обеспечение*

На каждом компьютере с предустановленной ОС Windows 8 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.

г) *базы данных, информационно-справочные и поисковые системы*

- в системе образовательного портала ИГУ (<http://educa.isu.ru/>) размещены методические материалы и задания по Учебной практике;
- Сайты пакетов программирования, используемых на практических занятиях (<http://modellus.fct.unl.pt/>, <http://www.wolfram.com/>)
- • ЭЧЗ «Библиотех» <https://isu.bibliotech.ru/>
- • ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- • ЭБС «Рукопт» <http://rucont.ru>
- • ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru>

13. Материально-техническое обеспечение учебной практики

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 01.09.2023) практика может проводиться на базе научных лабораторий Института Геохимии СО РАН и Иркутского филиала Института лазерной физики 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 и свечения и затухания свечения. Разрешение 1 нм.

Все установки оборудованы криостатами для низкотемпературных измерений.

Гелевый 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 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.

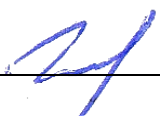
Все установки оборудованы криостатами для низкотемпературных измерений. Гелеевый криостат замкнутого цикла Janis Research, CCS-100 для работ при температуре жидкого гелия.

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

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.04. «Электроника и нанoeлектроника» и согласно положению о практике обучающихся (принято на заседании Ученого совета ФГБОУ ВО «ИГУ» 22.03.2015, протокол №9)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

Разработчик:


_____ д.ф.-м.н. профессор А.А. Гаврилюк

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики
«31» января 2023 г.

Протокол № 7

Зав. кафедрой  _____ д.ф.-м.н. Гаврилюк А.А.

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