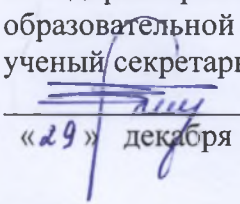


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**Институт автоматики и процессов управления**  
Дальневосточного отделения Российской академии наук  
(ИАПУ ДВО РАН)

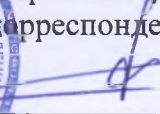
**«СОГЛАСОВАНО»**

Зам. директора по научно-  
образовательной деятельности,  
ученый секретарь, к.т.н.

  
С.Б. Змеу  
«29» декабря 2021 г.

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Директор ИАПУ ДВО РАН  
член корреспондент РАН

  
Р.В. Ромашко  
«29» декабря 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ**  
Группа научных специальностей 1.3. – «Физические науки»,  
научная специальность 1.3.19. - «Лазерная физика»

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
**«ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА»**

**Форма подготовки (очная)**

Междисциплинарная кафедра подготовки кадров высшей квалификации (МК ПКВК)  
Лаборатории отдела оптоэлектронных методов исследования газообразных и  
конденсированных сред ИАПУ ДВО РАН

курс 1, 2, 3, 4 семестр 1-8  
зачет 1-8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации и срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий обучающихся, утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 20 октября 2021 № 951.

Рабочая программа обсуждена на заседании МК ПКВК ИАПУ ДВО РАН, протокол № 3 от «17» ноября 2021 г.

Заведующий кафедрой: д-р физ.-мат. наук, профессор Н.Г. Галкин

Составитель: академик, д.ф-м.н, профессор Ю.Н. Кульчин

**Оборотная сторона титульного листа**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Рабочая программа научно-исследовательской работы (НИР) предназначена для аспирантов, обучающихся по основной образовательной программе «Лазерная физика» и относится к вариативной части учебного плана подготовки аспирантов.

При разработке рабочей программы НИР использованы федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по группе научных специальностей 1.3. – «Физические науки» и научной специальности 1.3.19 – «Лазерная физика» и учебный план подготовки аспирантов по научной специальности «Лазерная физика», разработанный в федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук.

**Цель** научно-исследовательской работы – подготовка аспиранта к самостоятельному осуществлению научно-исследовательской деятельности в области лазерной физики.

### **Задачи:**

1. Развить способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач.

2. Обучить аспирантов методам научно-исследовательской деятельности, особенностям представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме.

3. Научить аспирантов выбирать и применять математические методы и методы компьютерного моделирования, необходимые для описания физических процессов в полупроводниках.

**Компетенции выпускника, формируемые в результате научно-исследовательской работы.**

*Универсальные компетенции:*

- Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

- Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;

- Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;

- Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках;

- Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.

*Общепрофессиональные компетенции:*

- Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в физике полупроводников с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

*Профессиональные компетенции:*

- Способность самостоятельно ставить и решать задачи в области электродинамики и лазерной физики с применением актуальных аналитических методов и численного моделирования на базе современной компьютерной техники и специализированного программного обеспечения

- Владение основными методами постановки и проведения экспериментов в области лазерной физики, фотоники и оптоэлектроники

- Владение навыками разработки и создания функциональных элементов и устройств лазерной физики, фотоники и оптоэлектроники

### **Требования к уровню освоения научно-исследовательской работы**

Аспиранты должны приобрести следующие *знания, умения и владения*.

#### *Знать*

- методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
- методы научно-исследовательской деятельности
- основные концепции современной философии науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира
- особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах
- методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках
- стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках
- содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда.
- современное состояние науки в выбранной области лазерной физики.
- современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в области лазерной физики
- нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования

- основные методы математического описания физических процессов в области лазерной физики, фотоники и оптоэлектроники
- основные методы экспериментального исследования физических процессов в области лазерной физики, фотоники и оптоэлектроники
- основные типы лабораторных установок (оборудования) для экспериментального исследования физических процессов в области лазерной физики, фотоники и оптоэлектроники
- основные методы исследования физических свойств структур и объектов фотоники, в том числе нанооптики и наноплазмоники
- методы исследования функциональных характеристик элементов и устройств лазерной физики и фотоники

*Уметь:*

- анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов
- при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений
- использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений
- следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач
- осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом
- следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках

- формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.
- осуществлять личный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом.
- рационально организовывать научную работу в выбранной области лазерной физики
- представлять результаты научной работы
- готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в выбранной области лазерной физики
- осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания
- выбирать математические методы необходимые для описания физических процессов в области лазерной физики, фотоники и оптоэлектроники
- критически оценивать область применимости выбранных математических методов для описания физических процессов в области лазерной физики, фотоники и оптоэлектроники
- обосновано выбирать методы экспериментального исследования
- использовать современное лабораторное оборудование для проведения эксперимента
- выбирать и применять методы исследования физических свойств структур и объектов фотоники, в том числе нанооптики и наноплазмоники
- выбирать и применять методы исследования функциональных характеристик элементов и устройств лазерной физики и фотоники

*Владеть:*

- навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
- навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
- технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований
- навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в.т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах
- технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке
- технологиями планирования деятельности в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач
- различными типами коммуникаций при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач
- навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках
- навыками критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках



- различными методами, технологиями и типами коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках
- способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития.
- навыками проведения НИР
- методами экспериментального исследования структур и объектов фотоники, в том числе нанооптики и наноплазмоники
- навыками организационной деятельности в процессе выполнения и представления результатов НИР
- технологией проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования
- основными методами математического описания физических процессов в области лазерной физики
- основными методами исследования физических свойств и функциональных характеристик элементов фотоники и оптоэлектроники.

## СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Научно-исследовательская работа осуществляется аспирантами на 1, 2, 3, 4 курсах (семестры 1-8) освоения образовательной программы аспирантуры.

Объем НИР составляет 7344 часов / 204 з.е.

### Распределение НИР по семестрам:

Семестр	Объем НИР		
	Всего (час./з.е.)	Концентрированная НИР (час./з.е.)	Рассредоточенная НИР (час./з.е.)
1	864/24.0	0/0	864/24.0
2	864/24.0	0	864/24.0
3	918/25.5	0/0	918/25.5
4	666/18.5	0	666/18.5
5	1080/30	1080/30	0/0
6	1080/30	1080/30	0/0
7	1080/30	1080/30	0/0
8	792/22	792/22	0/0

### Формы научно-исследовательской работы

Научно-исследовательская работа осуществляется аспирантами в следующих формах:

- утверждение темы научно-исследовательской работы;
- составление обзора литературы по теме научно-исследовательской работы;
- представление развернутого плана научно-исследовательской работы;

- анализ теоретических концепций по исследуемой проблеме и формулирование теоретических предпосылок, принципов, положенных в основу НИР;
- разработка программы научных исследований, организация их выполнения;
- разработка моделей процессов, явлений и объектов, оценка и интерпретация результатов;
- сбор и обработка теоретического материала по теме исследования
- написание научных статей;
- публикация научных статей (в том числе в журналах, включенных в список ВАК; журналах, входящих в международные базы цитирования Scopus, Web of Science и др.);
- подготовка текста НИР;
- участие в научных и научно-практических конференциях;
- участие в конкурсах научных проектов и грантов.

## **I. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ**

Научно-исследовательская работа планируется в соответствующем разделе индивидуального учебного плана аспиранта. В индивидуальном учебном плане аспиранта определяется тема научно-исследовательской работы, направления ее разработки, содержание и ожидаемые результаты НИР по семестрам.

Тема научно-исследовательской работы обсуждается в отделе оптоэлектронных методов исследования газообразных и конденсированных сред ИАПУ ДВО РАН и утверждаются на заседании междисциплинарной кафедры подготовки кадров высшей квалификации ИАПУ ДВО РАН.

Планирование научно-исследовательской работы осуществляется аспирантом совместно с научным руководителем.

Основанием для контроля достижения аспирантом целей НИР является соответствующий раздел аттестационного листа аспиранта, который заполняется аспирантом в каждом семестре.

В аттестационном листе указывается содержание проделанной аспирантом научно-исследовательской работы за отчетный период и полученные им результаты (участие в конференциях (выступления, доклады), подготовка публикаций и другие). В заключении научного руководителя дается оценка выполненной аспирантом в семестре НИР.

Итоги НИР, зафиксированные в аттестационном листе аспиранта, проходят обсуждение на заседании отдела оптоэлектронных методов исследования газообразных и конденсированных сред, являющимся базовым в подготовке аспиранта.

Форма аттестации по итогам НИР (рассредоточенная) в каждом семестре – зачет с оценкой.

## **II. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ**

### **Основная литература**

(печатные и электронные издания)

1. Письменский Г.И. Научная деятельность инновационного вуза [Электронный ресурс]: монография/ Письменский Г.И., Федоров С.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Современная гуманитарная академия, 2011.— 120 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16936>.— ЭБС «IPRbooks», <http://www.iprbookshop.ru/16936.html>
2. Маюрникова Л.А. Основы научных исследований в научно-технической сфере [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Маюрникова Л.А., Новосёлов С.В.— Электрон. текстовые данные.— Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2009.— 123 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14381>.— ЭБС «IPRbooks», <http://www.iprbookshop.ru/14381.html>

3. Космин, В.В. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Космин. - 2-е изд. - М. : ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 214 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=487325>
4. Кожухар, В.М. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.М. Кожухар. - М. : Дашков и К, 2013. - 216 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=415587>
5. Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Под общ. редакцией Л.Н. Патрикеева. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 431 с.: <http://window.edu.ru/resource/622/64622>
6. Оптические волноводы: [учебное пособие] /О. Б. Витрик.- Владивосток : Изд-во Дальневосточного технического университета, 2008. - 110 с.
7. Гончаренко, А.М. Основы теории оптических волноводов / А.М.Гончаренко, В.А.Карпенко. - М: МВТУ им. Баумана, 2004.– 542 с.
8. Гончаренко А.М. Основы теории оптических волноводов [Электронный ресурс]: монография/ Гончаренко А.М., Карпенко В.А., Гончаренко И.А.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2009.— 296 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10062>. — ЭБС «IPRbooks»
9. О.Б.Витрик. Основы информационной оптики: оптика спеклов и многомодовых интерферометров: учеб. пособие. – Владивосток: Изд. ДВГТУ. 2008. - 92 с.
10. Кульчин Ю.Н., Витрик О.Б., Камшилин А.А., Ромашко Р.В. Адаптивные методы обработки спекл-модулированных оптических полей. – М.: Физматлит, 2009. – 299 с.

**Дополнительная литература**  
(печатные и электронные издания)

1. Волков, Ю.Г. Диссертация: подготовка, защита, оформление [Электронный ресурс] : практическое пособие / Ю.Г. Волков. - 3-е изд.,

перераб. и доп. - М.: Альфа-М : ИНФРА-М, 2009. - 176 с. - Режим доступа:  
<http://znanium.com/bookread.php?book=169409>

2. Аникин, В.М. Диссертация в зеркале автореферата [Электронный ресурс]: Методическое пособие для аспирантов и соискателей ученой степени естественно-научных специальностей / В.М. Аникин, Д.А. Усанов - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 128 с. - Режим доступа:  
<http://znanium.com/bookread.php?book=405567>

3. Резник, С.Д. Аспирант вуза: технологии научного творчества и педагогической деятельности [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Д. Резник. - 2-е изд., перераб. - М. : ИНФРА-М, 2011. - 520 с. - Режим доступа:  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=207257>

4. Резник, С.Д. Как защитить свою диссертацию [Электронный ресурс] : Практическое пособие / С.Д. Резник. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 272 с. - Режим доступа:  
<http://znanium.com/bookread.php?book=406574>

### III. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, объектов для проведения научных исследований с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, лабораторий, объектов для проведения научных исследований (с указанием номера помещения)
1	2	3
1.	Лаборатория прецизионных оптических методов измерений (№21)  Оснащение: • наносекундный лазерный комплекс (Nd:YAG лазер: YG982-10 Quantel, 1064 нм – 2,4 Дж, 532 нм – 1,2 Дж, 355 нм – 0,55 Дж, 266 нм – 0,2 Дж, длительность импульса 8-10 нс, частота импульсов до 10 Гц) Quantel; • комплекс спектральной аппаратуры: (ИК спектрометр USB4000 (Ocean Optics, США), 12 битный многоканальный оптический анализатор спектра и изображения типа HSFC PRO (4 согласованные ICCD камеры с временным разрешением от 3 нс, минимальной задержкой 1 нс относительно камер, изображением	690041, Приморский край, г. Владивосток, ул. Радио, 5, ИАПУ ДВО РАН, каб. 101, 125, 225.

	<p>1024*1280 пикселей), PCO GMBH, камера в комплексе с автоматизированным полихроматором SpectraPro 2500i (решетки 2400, 1200, 600, 300 штрих/мм, Spectra Physics), платой наносекундных задержек, набором макро объективов); 12 битный многоканальный оптический анализатор спектра и изображения с пикосекундным временным разрешением PicoStar HR (частота стробирования до 100 МГц, время экспозиции от 80 пс.), LaVision. Камера в комплексе с автоматизированным полихроматором SpectraPro 2500i (решетки 2400, 1200, 600, 300 штрих/мм, Spectra Physics), платой пикосекундных задержек DEL350);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• комплекс калибровочной и измерительной аппаратуры: (измеритель мощности лазерного излучения Spectra Physics (NewPort) model 407A. и Gentec SOLO2, (Канада), калибровочные источники света CAL-2000 (Ocean Optics, США), LS-1-CAL 300-1050 нм (Ocean Optics, США), осциллограф Tektronics TDS 3032B (3.2 ГГц/с, 350 мГц) в комплекте с быстрыми фотодиодами (1,5 ГГц);</li> <li>• Твердотельный лазер CFR200 (1064, 532, 355, 266 нм; 9 нс; до 200 мДж);</li> <li>Твердотельный лазер Brilliant Ultra (532, 355 нм; 5 нс);</li> <li>• Эксимерный лазер LPX210i (248 нм; ~20 нс; до 800 мДж);</li> <li>• Твердотельный лазер Lotis Tii LS2135 (1064, 532, 355 нм; 10-12 нс; до 180 мДж);</li> <li>• DPSS Nd:YAG лазеры непрерывного излучения (532 нм , 50 мВт) и (1064 нм , 300 мВт);</li> <li>• He-Ne лазеры непрерывного излучения (633 нм; 11 и 55 мВт);</li> <li>• He-Cd лазер непрерывного излучения (442 нм; 20 мВт);</li> <li>• Оптический многоканальный анализатор спектра, камера DiCAM PRO, спектрограф SP-150;</li> <li>• Высокоразрешающий оптический микроскоп Hiгох 7700.</li> <li>• Анализаторы оптического спектра ANDOR Shamrock 303, Yokogawa AQ9370B</li> </ul>	
2.	<p>Лаборатория физических методов мониторинга природных и техногенных объектов (№22)</p> <p>Оснащение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Рентгеновская система малоуглового и широкоуглового рассеяния Necus S3-MICRO</li> <li>• Сканирующий электронный микроскоп с EDS и WDX детекторами Hitachi S-3400N</li> <li>• Оптический параметрический генератор VIBRANT B LD 355-UV с накачкой импульсным твердотельным Nd:YAG лазером, с модулем удвоения частоты для получения генерации в ультрафиолетовом диапазоне (210 - 2400 нм; 5 нс; до 29 мДж);</li> <li>• Приборный комплекс для исследования объектов методом полного внутреннего отражения Nikon Eclipse</li> </ul>	<p>690041, Приморский край, г. Владивосток, ул. Радио, 5, ИАПУ ДВО РАН, каб. 112,117, 127, 214.</p>

	<p>90i с системой двух наноманипуляторов для трехмерного перемещения объектов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Измерители оптической мощности и энергии Newport 2935C, Coherent EPM 2000, Coherent LabMax-TOP, Coherent FieldMaxII-TOP, Thorlabs PM 100, перерывающие диапазоны: спектральный от 250 до 1800 нм, мощности от 1 нВт до 2 Вт, энергии от 0,5 пДж до 500 мДж;</li> <li>• Поляриметр Thorlabs PAX5710VIS-IR2;</li> <li>• Спектральный эллипсометрический комплекс «ЭЛЛИПС-1891 САГ»;</li> </ul>	
3.	<p>Лаборатория лазерных методов исследования вещества (№23)</p> <p>Оснащение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• фемтосекундный лазерный комплекс (генератор Millenia+Tsunami &lt;30fs, усилитель Empower+Spitfire PRO 40F - &lt;40, 100 фс, пикосекундный режим, длина волны 800 нм, энергия 1.1 мДж, 1 кГц, автокоррелятор PSCOUT PL-SP-LF Spectra Physics, США.);</li> <li>• Малогабаритный лазерный флуориметр;</li> <li>• Судовой лидар;</li> <li>• Лидарный комплекс для измерения динамических характеристик атмосферы;</li> <li>• УФ-ИК спектрофотометр Varian Cary 5000;</li> <li>• Широкий спектр оборудования для лазерной искровой спектроскопии.</li> </ul>	<p>690041, Приморский край, г. Владивосток, ул. Радио, 5, ИАПУ ДВО РАН, каб. 221, 227, 229, 230</p>