

**Федеральное государственное учреждение**  
**«Федеральный научно-исследовательский центр**  
**«Кристаллография и фотоника»**  
**Российской академии наук»**

Принято на Ученом совете ИК РАН

Протокол № 3 от 24 марта 2018 г.

«Утверждаю»

Директор



Алсу О.А. Алексеева

« 24 » марта 2018 г.

**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Направленность: «Физика конденсированного состояния» (01.04.07)

Форма обучения: очная

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Срок обучения: 4 года

Москва

2018

## **Программа государственной итоговой аттестации аспирантов по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, направленность «Физика конденсированного состояния» (01.04.07).**

Программа предназначена для методического сопровождения государственной итоговой аттестации аспирантов очной формы обучения по направлению подготовки кадров высшей квалификации 03.06.01 Физика и астрономия, направленность «Физика конденсированного состояния» (01.04.07).

Программа государственной итоговой аттестации (ГИА) составлена в соответствии с требованиями следующих документов:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 875.

2. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.04.2015 № 464 «О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

3. Паспорт научной специальности 01.04.07 «Физика конденсированного состояния», утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 октября 2017 г. № 1027 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени».

4. Положение о порядке присуждения ученых степеней, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842».

5. Учебные планы подготовки аспирантов Федерального государственного учреждения «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук» по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, направленность «Физика конденсированного состояния» (01.04.07).

6. Положение о порядке проведения государственной итоговой аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного учреждения «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук».

7. Основная профессиональная образовательная программа (ООП) высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, направленность «Физика конденсированного состояния» (01.04.07).

### **1. Цели и задачи государственной итоговой аттестации (ГИА)**

Целью ГИА является оценка сформированности универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускника аспирантуры, установление уровня подготовки выпускника к выполнению



профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации 03.06.01 Физика и астрономия.

Задачами ГИА являются:

1. Определение соответствия результатов освоения обучающимися основной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров, соответствующих требованиям ФГОС ВО.
2. Проверка уровня сформированности компетенций, определенных ФГОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия и ООП.
3. Принятие решения о присвоении квалификации по результатам ГИА, о выдаче документа о высшем образовании и присвоения квалификации: Исследователь. Преподаватель-исследователь.

## 2. Место в структуре ООП

Государственная итоговая аттестация относится к базовой части программы (Блок 4, индекс Б4). В соответствии с учебным планом государственная итоговая аттестация проводится в конце четвертого года обучения. К государственной итоговой аттестации допускаются обучающиеся, в полном объеме выполнившие учебный план или индивидуальный учебный план по соответствующим образовательным программам.

Блок	Базовая или вариативная часть	Семестр, в котором проводится ГИА	Трудоёмкость			Вид аттестации
			Зачётные единицы	Часы		
				Общая	В том числе СРС	
Блок 4	Базовая часть	8	9	324	324	1. Сдача государственного экзамена 2. Представление научного доклада о результатах НКР
Итого			9	324	324	

### 2.1. Компетенции, которыми должны овладеть обучающиеся в результате освоения программы аспирантуры

Выпускник, получивший квалификацию «Исследователь. Преподаватель-исследователь» по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия», направленность «Физика конденсированного состояния» (01.04.07) должен обладать:

### **Универсальными компетенциями (УК)**

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

### **Общепрофессиональными компетенциями (ОПК)**

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2) .

### **Профессиональными компетенциями (ПК)**

- способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы с применением современных и перспективных методов исследования и решению профессиональных задач с учетом мировых тенденций развития области науки в соответствии с направленностью программы (ПК-1).
- способность анализировать результаты научных исследований и представлять их в виде докладов, статей, готовность применять на практике навыки составления и оформления научных отчетов и научно-технической документации (ПК-2);



- способность использовать профессионально-профилированные навыки и знания в области информационных технологий, программного обеспечения и ресурсов сети Интернет для обработки и анализа полученных научных результатов (ПК-3);

- способность к планированию и организации теоретических и экспериментальных исследований реальной структуры неорганических, органических и биологических материалов, а также планированию и организации работы по проектам в области управляемого синтеза кристаллических материалов с заданными свойствами; способность к планированию и организации работы по модернизации современных и созданию новых методов изучения реальной структуры природных и искусственно выращенных кристаллов и поликристаллических материалов, в том числе с пониженной размерностью, микро- и нанодисперсных (ПК-4).

- способность разрабатывать учебно-методические материалы (ПК-5).

В процессе итоговой аттестации выпускник аспирантуры должен проявить себя как высококвалифицированный исследователь и преподаватель, владеющий:

- знаниями широкого круга проблем современной науки, научной терминологией;
- знанием методики преподавания в высших учебных заведениях;
- умениями осуществить обработку и интерпретацию (качественную и количественную) полученных результатов исследования;
- умениями представлять итоги проделанной исследовательской работы в виде научной письменной работы.

## **2.2. Виды государственной итоговой аттестации**

Общая трудоемкость государственной итоговой аттестации составляет 9 зачетных единиц.

Вид государственной итоговой аттестации	Всего часов	ЗЕТ
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	108	3
Представление научного доклада об основных результатах выполненной научно-квалификационной работы (диссертации)	216	6
Общая трудоемкость	324	9

## **2.3 Характеристика профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу аспирантуры, в соответствии с ФГОС ВО:**

2.1. Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу аспирантуры:

- решение проблем, требующих применения фундаментальных знаний в области физики и астрономии.

2.2. Объекты профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу аспирантуры:

- физические системы различного масштаба и уровней организации, процессы их функционирования;
- физические, инженерно-физические, биофизические, физико-химические, физико-медицинские и природоохранные технологии;
- физическая экспертиза и мониторинг.

2.3. Виды профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу аспирантуры, в соответствии с ФГОС ВО:

- научно-исследовательская деятельность в области физики и астрономии;
- преподавательская деятельность в области физики и астрономии

Программа аспирантуры направлена на освоение всех видов профессиональной деятельности, к которым готовится выпускник.

## **2.4 Компетенции, проверяемые государственной итоговой аттестацией.**

Проверка компетенций по видам ГИА:

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	ОПК-2, УК-1, УК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5.
Представление научного доклада о результатах НКР (диссертации)	ОПК-1, УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4.

## **3. Порядок проведения государственной итоговой аттестации.**

Государственная итоговая аттестация проходит в соответствии с порядком проведения государственной итоговой аттестации обучающихся по



-государственного экзамена по направлению и направленности подготовки (далее государственный экзамен);

-представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

#### **4. СОДЕРЖАНИЕ, ФОРМА, ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ИТОГОВОГО ЭКЗАМЕНА**

##### **4.1 Форма, порядок проведения государственного итогового экзамена**

Государственный экзамен (далее – ГЭ) является составной частью государственной итоговой аттестации аспирантов.

ГЭ носит комплексный характер и служит в качестве средства проверки знаний аспиранта в педагогической и научно-предметной областях, конкретных функциональных возможностей аспиранта, способности его к самостоятельным суждениям на основе имеющихся знаний и сформированных универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

Дата и время проведения ГЭ устанавливаются приказом директора ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, который доводится до всех членов государственной экзаменационной комиссии и аспирантов не позднее, чем за 30 дней до начала приема экзамена.

Перед государственным экзаменом для аспирантов проводятся консультации. Для подготовки ответа аспиранты используют экзаменационные листы, которые хранятся после приема экзаменов в материалах ГЭК. При подготовке к экзамену разрешается пользоваться справочной и методической литературой.

Уровень знаний аспиранта оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

##### **4.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций, шкалы оценивания**

Государственный экзамен проводится в устной форме. На ГЭ выдается экзаменационный лист с тремя вопросами из разных разделов программы государственного экзамена (Приложение 1).

При проведении экзамена обучающемуся дается 60 минут для подготовки к ответу.

По окончании ответа члены экзаменационной комиссии могут задать уточняющие (дополнительные) вопросы.

Порядок и последовательность изложения материала определяется самим аспирантом.

Критерии оценивания ГЭ в ходе ГИА:



«Отлично» («5») – аспирант глубоко и полно владеет содержанием учебного материала и понятийным аппаратом; умеет связывать теорию с практикой, иллюстрировать примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения, выводы; логично, четко и ясно излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Ответ носит самостоятельный характер.

«Хорошо» («4») – ответ аспиранта соответствует указанным выше критериям, но в содержании имеют место отдельные неточности (несущественные ошибки) при изложении теоретического и практического материала. Ответ отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой; однако допущенные ошибки исправляются самим аспирантом после дополнительных вопросов членов комиссии.

«Удовлетворительно» («3») – аспирант обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности и существенные ошибки в определении понятий, формулировке положений. При аргументации ответа аспирант не опирается на основные положения исследовательских, концептуальных и нормативных документов; не применяет теоретические знания для объяснения эмпирических фактов и явлений, не обосновывает свои суждения; имеет место нарушение логики изложения. В целом ответ отличается низким уровнем самостоятельности, не содержит собственной профессионально-личностной позиции.

«Неудовлетворительно» («2») – аспирант имеет разрозненные, бессистемные знания; не умеет выделять главное и второстепенное. В ответе допускаются ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажающие их смысл. Аспирант не ориентируется в нормативно-концептуальных, программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретические положения с практикой; не умеет применять знания для объяснения эмпирических фактов, не устанавливает межпредметные связи.

Решение об итоговой оценке знаний аспиранта принимается комиссией простым большинством голосов. При равном числе голосов решающим является голос председателя комиссии. Результаты сдачи итогового государственного экзамена оформляются в установленном порядке в протоколе заседания государственной экзаменационной комиссии.

По результатам проведения процедуры оценивания обучающиеся, показавшие неудовлетворительные результаты, считаются не прошедшими ГИА.

## **5. Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)**



5.1 Представление основных результатов выполненной научно-квалификационной работы по теме, утверждённой Учёным советом ИК РАН в рамках направленности программы аспирантуры, проводится в форме научного доклада.

Тема научного доклада должна совпадать с утверждённой темой научно-квалификационной работы (диссертации) аспиранта, а содержание доклада должно свидетельствовать о готовности аспиранта к защите научно-квалификационной работы (диссертации).

Научный доклад по основным результатам НКР оформляется в виде презентации.

5.2 Представление научного доклада позволяет:

а) установить степень сформированности у выпускника аспирантуры компетенций, установленных ФГОС ВО по направлению 03.06.01 Физика и астрономия направленность «Физика конденсированного состояния» (01.04.07) и необходимых для выполнения научно-исследовательской деятельности;

б) определить уровень практической и теоретической подготовленности выпускника аспирантуры к выполнению профессиональных задач, установленных ФГОС ВО по направлению 03.06.01 Физика и астрономия по выбранной направленности

в) подтвердить наличие публикаций и готовность аспиранта к защите НКР (диссертации) в диссертационном совете соответствующего профиля на соискание ученой степени кандидата наук по выбранной специальности.

Подготовленная научно-квалификационная работа должна соответствовать критериям, установленным для научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, и быть оформлена в соответствии с требованиями, устанавливаемыми Министерством образования и науки Российской Федерации.

Подготовленная и полностью оформленная научно-квалификационная работа в обязательном порядке проходит процедуру предварительного рассмотрения на заседании семинара/лаборатории/сектора/отдела ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, где выполнялась научно-квалификационная работа. На заседании должны присутствовать руководитель и/или ученый секретарь соответствующего структурного подразделения/филиала, руководитель научно-квалификационной работы (научный руководитель аспиранта).

Научно-квалификационная работа проходит защиту на заседании ученого совета того структурного подразделения/филиала ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, где проводятся научно-исследовательские работы, соответствующие направлению подготовки аспиранта. Заседание проходит с участием не менее двух третей списочного состава ГЭК. Члены ГЭК при защите научно-квалификационных работ должны быть ознакомлены с письменной рецензией и отзывом научного руководителя.



Процедура защиты научно-квалификационной работы включает: научный доклад аспиранта (не более 20 минут) с демонстрацией презентации, разбор отзыва научного руководителя и рецензии, вопросы членов комиссии, ответы аспиранта. Может быть предусмотрено выступление руководителя научно-квалификационной работы, рецензента, дискуссия.

Оценка научного доклада по основным результатам НКР проводится с точки зрения соответствия выполненной работы требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук (личное участие в полученных результатах, достоверность, научная новизна полученных результатов, полнота изложения материалов в научных публикациях аспиранта). Основные научные результаты аспиранта должны быть опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях (не менее двух публикаций).

При выставлении оценки за научный доклад по результатам исследований члены комиссии руководствуются установленным ниже перечнем критериев и систем оценивания научно-квалификационных работ и итоговой аттестации по образовательным программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, оценками, которые предлагают рецензент и научный руководитель, а также могут быть приняты во внимание публикации соискателя, авторские свидетельства, отзывы других научных работников и научных учреждений по тематике исследования.

Результаты представления научного доклада по выполненной научно-квалификационной работе определяются оценками:

- «отлично» (научно-квалификационная работа соответствует квалификационным требованиям без доработки);
- «хорошо» (научно-квалификационная работа рекомендуется к защите с учетом высказанных замечаний и незначительной доработки в части изложения и оформления материала);
- «удовлетворительно» (научно-квалификационная работа требует проведения уточняющих исследований и существенной доработки);
- «неудовлетворительно» (научно-квалификационная работа не соответствует квалификационным требованиям).

Решение комиссия принимает после совещания простым голосованием. При равном числе голосов решающим является голос председателя комиссии. Решение объявляется аспиранту в тот же день.

Результаты представления научного доклада по выполненной научно-квалификационной работе оформляются в установленном порядке в протоколе заседания государственной экзаменационной комиссии.

## **6. Материально-техническое обеспечение**



Для проведения заседания ГЭК по заслушиванию научных докладов в ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН предоставляется конференц-зал с компьютерным проектором для демонстрации презентаций.

#### **7. Прохождение государственной итоговой аттестации лицами с ограниченными возможностями здоровья**

Для аспирантов из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья государственная итоговая аттестация проводится ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья. (Приказ Минобрнауки России от 18.03.2016 № 227, пункты 41-45).

## Вопросы для ГИА

## Часть I.

1. Основные понятия и элементы структурной кристаллографии: пространственная решетка; кристаллографические индексы; понятие группы симметрии; сингония и группы Браве; обратная решетка.
2. Связь симметрии кристалла с симметрией дифракционной картины.
3. Роль Фурье-преобразования в структурном анализе.
4. Дифракционные методы исследования строения вещества. Особенности, преимущества и недостатки.
5. Основные цели структурного анализа.
6. Кристаллы каких точечных групп симметрии являются пьезоэлектриками? На какие 2 класса делятся пьезоэлектрики и в чем их различие?
7. Основное свойство сегнетоэлектриков? В чем различие двух типов сегнетоэлектрических материалов? Привести примеры.
8. Причины возникновения доменов в кристаллах сегнетоэлектриков? Связь формы доменов и структуры кристаллов. Привести примеры.
9. Связь линейного и квадратичного электрооптического эффекта со структурой сегнетоэлектрических кристаллов. Условия фазового синхронизма и квазисинхронизма для преобразования излучения.
10. Применение сегнетоэлектриков: где и на каких свойствах основано?
11. Что такое поперечная нормаль, продольная нормаль, акустическая ось? Каково максимально возможное число продольных нормалей, поперечных нормалей, акустических осей в кристалле? Возможны ли кристаллы без продольных осей, поперечных нормалей, без акустических осей? Привести примеры.
12. Какие виды дефектов существуют в кристаллах? Как образуются и какие свойства определяют?
13. Какими параметрами характеризуются дислокации? Какими методами выявляют дислокации? Как получить информацию о других дефектах?
14. Наличие какого элемента симметрии необходимо, чтобы кристалл был пьезоэлектриком? Каково применение кристаллов, обладающих пьезоэлектрическими свойствами? Какие еще свойства могут быть у пьезоэлектрика?
15. По какому параметру можно разделить материалы по их электрическим свойствам? Приведите характерные значения этой величины для материалов разных типов. Какие виды проводимости, кроме электронной, бывают?
16. Что подразумевается под понятием «радиус критического зародыша»? Как эта величина связана с изменением свободной энергии Гиббса при гомогенном образовании зародышей новой фазы?



17. Как можно повысить скорость роста и качество монокристаллов, выращиваемых из: а) раствора, б) расплава, если известно, что эти кристаллы растут в условиях диффузионного режима роста?
18. Чем объясняется ограниченная и сферическая формы кристаллов, выращиваемых из: а) низко- и высокотемпературных растворов, б) расплавов?
19. Образование какого дефекта возможно только в кристаллах, растущих по дислокационно - спиральному механизму роста и почему?
20. Перечислите и кратко охарактеризуйте три главных типа неоднородности, возникающих при распределении примеси в кристаллах?

## Часть II.

1. Предложите экспериментальные методики и стратегию исследования соединений, обладающих магнитными свойствами. Рассмотрите особенности проведения исследований в случае монокристаллических, порошковых и нанодисперсных образцов.
2. Предложите экспериментальные методики и стратегию исследования соединений, обладающих сегнетоэлектрическими свойствами. Рассмотрите особенности проведения исследований в случае монокристаллических и тонкоплёночных образцов.
3. Предложите экспериментальные методики и стратегию исследования соединений, обладающих сверхпроводящими свойствами. Рассмотрите особенности проведения исследований в случае монокристаллических, тонкоплёночных и порошковых образцов.
4. Предложите экспериментальные методики и стратегию исследования соединений, обладающих мультиферроидными свойствами. Рассмотрите особенности проведения исследований в случае монокристаллических, тонкоплёночных и порошковых образцов.
5. Предложите экспериментальные методики и стратегию исследования соединений, обладающих магнитооптическими свойствами. Рассмотрите особенности проведения исследований в случае монокристаллических и тонкоплёночных образцов.
6. Предложите экспериментальные методики и стратегию исследования механических свойств монокристаллов.
7. Предложите экспериментальные методики и стратегию исследования оптических свойств монокристаллов и тонких пленок.
8. Предложите экспериментальные методики и стратегию исследования жидких кристаллов, обладающих фотонными свойствами.



9. Предложите экспериментальные методики и стратегию исследования белков: кристаллов и монослоев. Рассмотрите особенности проведения исследований в случае кристаллов и монослоев белков.
10. Особенности исследований магнитных наночастиц оксидов железа методом мёссбауэровской спектроскопии.
11. Особенности исследования металлических, полупроводниковых, диэлектрических, оптических, пьезоэлектрических, полимерных материалов и наноструктур методами сканирующей зондовой микроскопии.
12. Особенности исследования сегнетоэлектриков методами сканирующей зондовой микроскопии.
13. Особенности исследования соединений содержащих редкоземельные элементы методами нейтронной дифракции.
14. Синхротронное излучение, свойства, основные экспериментальные методики, их преимущества и недостатки по сравнению с лабораторным экспериментом.
15. Лазеры на свободных электронах. Основные преимущества перед кольцевыми источниками синхротронного излучения.
16. Поляризованные нейтроны. Основные экспериментальные методики, их отличие от нейтронной дифракции и применение.
17. Магнитные эффекты взаимодействия рентгеновского излучения с веществом. Экспериментальные методы исследования магнитных свойств с использованием синхротронного излучения.
18. Сравните рентгеновскую и нейтронную структурную дифрактометрию. Перечислите основные преимущества и недостатки обоих методов.
19. Преимущества и недостатки метода малоуглового рассеяния для исследования белковых и неорганических систем.
20. Преимущества и недостатки различных методов кристаллизации белков. Преимущества кристаллизации белков в космосе.

Литература для подготовки к экзамену:

**Основная литература:**

1. Современная кристаллография. В четырех томах. Вайнштейн Б.К. 1979 г. Издательства Наука.
2. Проблемы кристаллологии. Издательство Московского Университета. 1971 г.
3. Проблемы кристаллографии. 1987 г. Издательство «Наука».
4. Физика конденсированного состояния. Учебное пособие. Байков Ю.А., Кузнецов В.М. 2014г. Издательство Бином. Лаборатория знаний. 293 с.
5. Павлов Павел Васильевич, Хохлов Александр Федорович  
Физика твердого тела: Учебник. Изд. 4-е. – М.: ЛЕНАНД. 2015. – 496с.
6. Л.Д. Ландау, А.И. Ахиезер, Е.М. Лифшиц. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика. Добросвет. Издательство «КДУ». Москва, 2014.



7. Наука и жизнь: моя конвергенция. Избранные научные труды. М.В. Ковальчук. 2011 г. Москва, ИКЦ «Академкнига». Тома 1 и 2.
8. Теоретическая физика. В 10-и томах. Том 5. Статистическая физика. В 2-х частях. Часть 1. Учебное пособие. Гриф МО РФ. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц 2013г. Издательство Физматлит, 293 с.
9. Теоретическая физика. Учебное пособие. В 10-и томах. Том IX: Статистическая физика. Часть 2: Теория конденсированного состояния. Гриф МО РФ Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц 2015г. Издательство Физматлит, 440 с.
10. Дифракционный структурный анализ. А.С. Илюшин, А.П. Орешко. 2013 г. М.: физический факультет МГУ, Издательский дом «Крепостновъ». 616 с.
11. Хельтье Х.-Д. Молекулярное моделирование: теория и практика / Х.-Д. Хельтье, В. Зиппль, Д. Роньян, Г. Фолькерс. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 318с.:
12. Хельтье Х.-Д. Молекулярное моделирование: теория и практика / Х.-Д. Хельтье, В. Зиппль, Д. Роньян, Г. Фолькерс; пер. с англ. – 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 319с.
13. Кристаллография. Лабораторный практикум. Под редакцией Е.В. Чупрунова. Москва. Физматлит, 2005.

#### Дополнительная литература:

1. Структурные исследования кристаллов. 1996 г. Наука Физматлит.
2. Б. К. Вайнштейн. Кристаллография и жизнь. 2012 г. Москва Физматлит.
3. Жидкие кристаллы Структура и свойства Л. М. Блинов 2015 г. Издательство Либроком. 484 с.
4. Кристаллология. Основные представления о кристаллах, кристаллических веществах и методах их изучения. Задачи по геометрической кристаллографии и анализ их решений. Завьялов Е.Н. 2016г. Издательство Книжный дом «Университет» (КДУ), 314 с.
5. Фейнман Ричард Ф., Лейтон Роберт Б., Сэндс Мэтью  
Фейнмановские лекции по физике: Вып.1, 2: Современная наука о природе. Законы механики. Пространство. Время. Движение: Учебное пособие. Пер. с англ./Под ред. Я.А. Смородинского. Изд. 11-е. – М.: УРСС: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2014. – 448с.;
- Вып.3: Излучение. Волны. Кванты: Учебное пособие. Пер. с англ./Под ред. Я.А. Смородинского. Изд. 10-е. – М.: УРСС: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2015. – 256с.;
- Вып.4: Кинетика. Теплота. Звук: Учебное пособие. Пер. с англ./Под ред. Я.А. Смородинского. Изд. 10-е. – М.: УРСС: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2015. - 272с.;
- Вып.5: Электричество и магнетизм: Учебное пособие. Пер. с англ./Под ред. Я.А. Смородинского. Изд. стереотип. – М.: УРСС: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2016. - 304с.;
- Вып.6: Электродинамика: Учебное пособие. Пер. с англ./Под ред. Я.А. Смородинского. Изд. 8-е. – М.: УРСС: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2015. - 360с.;
- Вып.7: Физика сплошных сред: Учебное пособие. Пер. с англ./Под ред. Я.А. Смородинского. Изд. 8-е. – М.: УРСС: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2016. - 288с.;
- Вып.8, 9: Квантовая механика: Учебное пособие. Пер. с англ./Под ред. Я.А. Смородинского. Изд. 8-е. – М.: УРСС: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2014. - 528с.
6. Фейнман Ричард Ф., Лейтон Роберт Б., Сэндс Мэтью  
Фейнмановские лекции по физике: Задачи и упражнения с ответами и решениями к вып. 1-4: Учебное пособие. Пер. с англ./Под ред. и с предисл. А.П.Леванюка. Изд. 9-е. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2015. - 280с; Задачи и упражнения с ответами и решениями



к вып. 5-9: Учебное пособие. Пер. с англ./Под ред. А.П.Леванюка. Изд. 9-е. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2016. - 272с.

Периодические издания:

Периодические издания, электронные ресурсы, включая доступ к базам данных и т.д.:

<b>РИНЦ</b>	<a href="https://elibrary.ru/orgs.asp">https://elibrary.ru/orgs.asp</a>
<b>Web of Science</b>	<a href="http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=F2LiEv3BvmxwoCqmOmV&amp;preferencesSaved=">http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&amp;search_mode=GeneralSearch&amp;SID=F2LiEv3BvmxwoCqmOmV&amp;preferencesSaved=</a>
<b>Scopus</b>	<a href="https://www.scopus.com/home.uri">https://www.scopus.com/home.uri</a>
<b>Google Scholar citations</b>	<a href="https://scholar.google.ru/citations?user=NbJEoV8AAAAAJ&amp;hl=ru">https://scholar.google.ru/citations?user=NbJEoV8AAAAAJ&amp;hl=ru</a>
<b>IOP</b> Institute of Physics материалы компании IOP Publishing Limited, а именно, база данных IOP Journal	<a href="http://www.iop.org/">http://www.iop.org/</a>
<b>AIP</b> материалы компании American Institute of Physics	<a href="https://www.aip.org/">https://www.aip.org/</a>
<b>CASC</b> материалы издательства EBSCO Publishing, а именно база данных CASC	<a href="https://www.ebsco.com/e/ru-ru/products-and-services/research-databases">https://www.ebsco.com/e/ru-ru/products-and-services/research-databases</a>
<b>APS</b> Журналы Американского физического общества база данных APS Online Journals	<a href="https://www.aps.org/">https://www.aps.org/</a>
<b>IEEE</b> материалы компании The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc, а именно, база данных IEEE/IEL	<a href="http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a>
<b>RSC</b> материалы Royal Society of Chemistry	<a href="http://pubs.rsc.org/">http://pubs.rsc.org/</a>
<b>Wiley</b> материалы компании John Wiley & Sons Ltd., а именно база данных Wiley Journals	<a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a>
<b>Inspec</b> материалы издательства EBSCO Publishing, а именно база	<a href="https://www.ebsco.com/e/ru-ru/products-and-services/research-databases/inspec">https://www.ebsco.com/e/ru-ru/products-and-services/research-databases/inspec</a>



данных INSPEC	
<b>ProQuest</b> материалы компании и PROQUEST LLC, а именно база данных Proquest Dissertations and Theses Global	<a href="https://www.proquest.com/products-services/pqdtglobal.html">https://www.proquest.com/products-services/pqdtglobal.html</a>
<b>SpringerNature</b> Зарубежные электронные ресурсы издательства, а именно: Springer Journals Springer Protocols Springer Materials Springer Reference zbMATH Nature Journals Nano Database	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a> <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a> <a href="http://link.springer.com/search?facet-content-type=%22ReferenceWork%22">http://link.springer.com/search?facet-content-type=%22ReferenceWork%22</a> <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a> <a href="http://npg.com/">http://npg.com/</a> <a href="https://nano.nature.com">https://nano.nature.com</a>
<b>Elsevier B.V. Science Direct Complete Freedom Collection</b> зарубежные электронные ресурсы издательства Elsevier «Freedom Collection» и коллекция электронных книг «Freedom Collection eBook collection», размещенных на платформе Science Direct	<a href="https://www.elsevier.com/">https://www.elsevier.com/</a>
<b>CCDC - Cambridge Crystallographic Data Centre</b> Зарубежные электронные ресурсы Кембриджского центра структурных данных	<a href="https://www.ccdc.cam.ac.uk/">https://www.ccdc.cam.ac.uk/</a>
<b>Scifinder</b> База данных	<a href="https://scifinder.cas.org">https://scifinder.cas.org</a>

Составитель: к.ф.-м.н. Дадинова Л.А.