

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1142568	Спектроскопия атомов, молекул и твердых тел

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Физическая электроника	<b>Код ОП</b> 1. 11.04.04/33.02
<b>Направление подготовки</b> 1. Электроника и наноэлектроника	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 11.04.04

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Соломонов Владимир Иванович	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	электрофизики
2	Чолах Сеиф Османович	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	электрофизики

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Спектроскопия атомов, молекул и твердых тел

## 1.1. Аннотация содержания модуля

В модуле изучаются энергетическая и пространственная структура свободных и связанных атомов и молекул, закономерности формирования уровней энергии, соответствующих внутренним движениям (электронному, колебательному, вращательному) атомов или молекул и их оптических спектров. Подробно рассматривается собственная и примесная проводимость полупроводников, генерация и рекомбинация носителей, электронно-дырочные переходы, вопросы спектроскопии атомов, молекул и конденсированных веществ.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Проект по модулю Спектроскопия атомов, молекул и твердых тел	1
2	Спектроскопия атомов, молекул и твердых тел	3
ИТОГО по модулю:		4

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Диагностика вещества и его поверхности
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Проект по модулю Спектроскопия атомов, молекул и твердых тел	ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и	3-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и общетеоретических наук 3-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и

	<p>комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>общеинженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы</p>
	<p>ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения</p> <p>З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений</p> <p>З-4 - Перечислить основные нормативные документы, регламентирующие оформление научно-технических отчетов и защиту прав интеллектуальной собственности</p> <p>У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания</p> <p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>У-3 - Оценивать оформление научно-технических отчетов, публикаций научных</p>

		<p>результатов, документов защиты интеллектуальной собственности на соответствие нормативным требованиям</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>П-2 - Оформить научно-технический отчет, публикацию научных результатов, документы защиты интеллектуальной собственности в соответствии с нормативными требованиями</p> <p>Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения</p>
	<p>ПК-4 - Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с использованием пучков корпускулярного и электромагнитного излучения, электрического разряда в газах и вакууме, потоков плазмы</p>	<p>З-1 - Знает возможности и порядок использования лабораторного оборудования для исследовательских и экспериментальных работ по анализу материалов и опробованию технологических процессов</p> <p>З-2 - Привести примеры негативного влияния конфликтных ситуаций на качество трудовой жизни коллектива</p> <p>У-1 - Умеет формулировать техническое задание на проведение исследований материалов для приборов оптоэлектроники и фотоники и экспериментальную проверку технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать последствия конфликтных ситуаций и выбирать эффективные способы предотвращения и разрешения трудовых конфликтов</p> <p>П-1 - Владеет навыками экспертной оценки результатов исследовательских и проектных работ и принятие решения о выборе оптимального варианта технологического процесса</p> <p>П-2 - Оформлять результаты исследовательских и проектных работ</p>

		<p>П-3 - Предлагать способы эффективного поведения в разнообразных ситуациях трудовых конфликтов</p>
Спектроскопия атомов, молекул и твердых тел	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и общетехнических наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общетехнических наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общетехнических наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общетехнических наук</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и общетехнических наук</p>
	<p>ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования</p> <p>З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений</p> <p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p>

		Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения
	ПК-4 - Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с использованием пучков корпускулярного и электромагнитного излучения, электрического разряда в газах и вакууме, потоков плазмы	<p>З-1 - Знает возможности и порядок использования лабораторного оборудования для исследовательских и экспериментальных работ по анализу материалов и опробованию технологических процессов</p> <p>З-2 - Привести примеры негативного влияния конфликтных ситуаций на качество трудовой жизни коллектива</p> <p>У-1 - Умеет формулировать техническое задание на проведение исследований материалов для приборов оптоэлектроники и фотоники и экспериментальную проверку технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать последствия конфликтных ситуаций и выбирать эффективные способы предотвращения и разрешения трудовых конфликтов</p> <p>П-1 - Владеет навыками экспертной оценки результатов исследовательских и проектных работ и принятие решения о выборе оптимального варианта технологического процесса</p> <p>П-3 - Предлагать способы эффективного поведения в разнообразных ситуациях трудовых конфликтов</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Спектроскопия атомов, молекул и твердых**  
**тел**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Соломонов Владимир Иванович	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	электрофизики
2	Чолах Сеиф Османович	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	электрофизики

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.



# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Соломонов Владимир Иванович, Профессор, электрофизики
- Чолах Сеиф Османович, Профессор, электрофизики

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Краткая характеристика дисциплины, ее цели и задачи, объем, содержание и порядок изучения материала, связь с другими дисциплинами. Форма контроля самостоятельной работы. Характеристика учебной литературы.
P2	Основные понятия и определения спектроскопии	Начала спектроскопии (исторический обзор). Спектральные термины, константы и единицы измерения. Спектр атома водорода и щелочных металлов.
P3	Атомная спектроскопия	Основные виды взаимодействия в атоме. Векторная модель атома. Систематика и обозначение спектральных термов. Излучение и поглощение спектральных линий. Интенсивность и ширина спектральной линии. Возбуждение энергетических уровней и спектральных линий. Атом во внешнем поле. Эффекты Зеемана и Штарка.
P4	Молекулярная спектроскопия	Основные понятия. Электронная, колебательная и вращательная энергии молекулы.
P5	Спектроскопия конденсированных сред	Зонная теория – формирование энергетических зон. Типы энергетических зон. Адиабатический потенциал. Конфигурационные кривые. Принцип Франка-Кондона. Электронно-колебательная структура спектра.

		Поглощение света и люминесценция. Виды люминесценции. Спектр поглощения и излучения в беспримесных кристаллах. Энергетические уровни примесных ионов в кристаллах. Донорные и акцепторные уровни ионов-активаторов. Уровни центров люминесценции и окраски.
<b>Р6</b>	Спектральный анализ	Виды и возможности спектрального анализа. Эмиссионный, абсорбционный и комбинационный анализы. Люминесцентный анализ и его возможности. Методика проведения спектрального анализа. Аппаратура для спектрального анализа.
<b>Р7</b>	Заключение	Нерешенные проблемы в спектроскопии. Использование спектроскопии в других областях знаний.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Спектроскопия атомов, молекул и твердых тел

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Ельяшевич, М. А.; Атомная и молекулярная спектроскопия; Государственное издательство физико-математической литературы, Москва; 1962; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=474125> (Электронное издание)
2. Бёккер, Ю., Ю., Казанцева, Л. Н.; Спектроскопия : монография.; РИЦ Техносфера, Москва; 2009; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=88994> (Электронное издание)
3. Королев, Ф. А.; Спектроскопия высокой разрешающей силы : монография.; Гос. изд-во техн.-теорет. лит., Москва; 1953; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=212708> (Электронное издание)
4. Зайдель, А. Н.; Спектроскопия вакуумного ультрафиолета; Наука, Москва; 1967; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=474126> (Электронное издание)
5. Фриш, С. Э.; Техника спектроскопии; Типография "Советский Печатник", Ленинград; 1936; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=113357> (Электронное издание)
6. Нагибина, И. М.; Спектральные приборы и техника спектроскопии; МАШГИЗ, Москва|Ленинград; 1963; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=474147> (Электронное издание)
7. Цернике, Ф., Ф., Ахманов, С. А.; Прикладная нелинейная оптика; Мир, Москва; 1976;

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477406> (Электронное издание)

8. , Осипов, В. В., Соломонов, В. И., Чолах, С. О.; Импульсный катодолуминесцентный анализ вещества : Метод. указания к лаб. работам для студентов дневной формы обучения физ.-техн. фак.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2001; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/1152> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. Соломонов, В. И., Михайлов, С. Г.; Импульсная катодолуминесценция и ее применение для анализа конденсированных веществ; УрО РАН, Екатеринбург; 2003 (2 экз.)
2. Звелто, Звелто О., Шмаонов, Т. А.; Физика лазеров : Пер. с англ.; Мир, Москва; 1979 (10 экз.)
3. Звелто, Звелто О., Козлов, Д. Н., Созинов, С. Б., Адамович, К. Г., Шмаонов, Т. А.; Принципы лазеров : [монография].; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2008 (5 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).
2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).
3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).
5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).
6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).
7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).
8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).
9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).
10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).
11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).
12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).
13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).
14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).
15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).
16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).
17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).
18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).
19. Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).
20. Полнотекстовая БД Wiley Journal Database (<http://onlinelibrary.wiley.com/>).

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>).
2. Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>).
3. ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).
4. Зональная научная библиотека УрФУ (<http://lib.urfu.ru>).
5. Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>).
6. Официальный сайт Института электрофизики УрО РАН (<http://iep.uran.ru/>).

### **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Спектроскопия атомов, молекул и твердых тел**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc  Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Персональные компьютеры по количеству обучающихся  Катодолюминесцентный анализатор веществ "КЛАВИ".	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc  Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM  Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc

		Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	<b>Не требуется</b>
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	<b>Не требуется</b>