

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе и  
образовательным инновациям

О.И. Здрок  
«*Июль*» 2020 г.



Регистрационный № УД *07/00* /уч.

**Лаборатория специализации «Атомная спектроскопия»**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:**

**1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий**

**1-31 04 01 Физика (по направлениям)**

направление специальности:

1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность)

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта ОСВО 1-31 04 07-2013, ОСВО 1-31 04 01-2013, учебных планов G31-218/уч., №G31и-219/уч., G31-214/уч., G31и-215/уч. от 20.02.2018 г.

### **СОСТАВИТЕЛИ:**

**К.Ф. Ермалицкая** – доцент кафедры лазерной физики и спектроскопии физического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

### **РЕЦЕНЗЕНТ:**

**Дик В.П.** – заместитель заведующего Центром «Оптическое дистанционное зондирование» институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси, кандидат физико-математических наук.

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой лазерной физики и спектроскопии физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 20 от 20 июня 2020 г.);

Советом физического факультета (протокол № 12 от 25 июня 2020 г.)

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Толстик А.Л.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Цели и задачи учебной дисциплины

**Цель** учебной дисциплины – сформировать у студентов навыки работы со спектрометрами, регистрации и последующей обработки спектров, создания методик качественного и количественного анализа многокомпонентных сплавов.

### Задачи учебной дисциплины:

1. Ознакомление студентов с основами атомно-эмиссионного анализа;
2. Ознакомление студентов с методами возбуждения и регистрации спектров, спектральными методами определения температуры плазмы электрических разрядов и лазерных импульсов.

**Место учебной дисциплины** в системе подготовки специалиста с высшим образованием: дисциплина «Лаборатория специализации «Атомная спектроскопия» дает возможность получить студентам знания, которые должны позволить им грамотно не только выбрать из имеющегося арсенала приборов и средств измерений, необходимые для получения экспериментальных данных при выполнении курсовых и дипломных работ, но и оптимизировать режимы их работы. Кроме того, студенты, после усвоения материала дисциплины, должны уметь критически оценивать результаты экспериментальных спектроскопических исследований, приведенных в различных научных изданиях.

Учебная дисциплина относится к **циклу** дисциплин специализаций компонента учреждения высшего образования.

**Связи** с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др: Программа дисциплины основывается на знаниях и представлениях, полученных при изучении дисциплин «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Радиоэлектроника». Сведения, приобретенные в ходе изучения дисциплины, важны для более глубокого и качественного усвоения дисциплин «Физика лазеров» и «Атомная, молекулярная спектроскопия и люминесценция».

### Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Лаборатория специализации «Атомная спектроскопия» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

#### Академические компетенции:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.

- АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
- АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

**Социально-личностные компетенции:**

- СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.
- СЛК-6. Уметь работать в команде.

**Для специальности 1-31 04 01 Физика (по направлениям), направление специальности: 1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность)**

**Профессиональные компетенции:**

- ПК-1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики, современных технологий и материалов, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента.
- ПК-2. Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру.
- ПК-3. Проводить планирование и реализацию физического эксперимента, оценивать функциональные возможности сложного физического оборудования.
- ПК-4. Пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.
- ПК-5. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.
- ПК-6. Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-исследовательской, научно-производственной и научно-педагогической работы.

– ПК-15. Применять знания физических основ современных технологий, средств автоматизации, методов планирования и организации производства, правового обеспечения хозяйственной деятельности и налоговой системы, современного предпринимательства, государственного регулирования экономики и экономической политики.

Для специальности 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий

**Профессиональные компетенции:**

– ПК-1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики, современных технологий и материалов, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента.

– ПК-5. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

– ПК-8. Пользоваться государственными языками Республики Беларусь и иными иностранными языками как средством делового общения.

– ПК-9. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

– ПК-10. Реализовывать методы защиты производственного персонала и населения в условиях возникновения аварий, катастроф, стихийных бедствий и обеспечения радиационной безопасности при осуществлении научной, производственной и педагогической деятельности.

– ПК-11. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

– ПК-12. Определять цели инноваций и способы их достижения.

– ПК-13. Применять методы анализа и организации внедрения инноваций в научно-производственной, научно-педагогической и научно-технической деятельности.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные понятия спектрального анализа,
- различные виды спектрального анализа,
- источники возбуждения спектров и методы их регистрации;

**уметь:**

- выбирать аналитический спектральный диапазон и аналитические спектральные линии;
- проводить калибровку спектрального диапазона, выбирать оптимальные параметры регистрации эмиссионных спектров;
- выбирать стандартные образцы для построения градуировочных графиков для количественного анализа многокомпонентных сплавов;
- оценить погрешность анализа и рассчитать коэффициент корреляции линейной аппроксимации и стандартное отклонение;

**владеть:**

- методами качественного, полуколичественного и количественного анализа многокомпонентных сплавов и растворов;
- совокупностью современных спектрально – аналитических методик, обладающих широкой областью практических применений.

**Структура учебной дисциплины**

Дисциплина изучается в 6 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Лаборатория специализации «Атомная спектроскопия» отведено:

- для очной формы получения высшего образования – для специальности **1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий: 72** часа, в том числе 42 аудиторных часа, из них: лабораторные занятия – 42 часа.
- для очной формы получения высшего образования для специальности **1-31 04 01 Физика (по направлениям)**, направление специальности: 1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность): **70** часов, в том числе 42 аудиторных часа, из них: лабораторные занятия – 42 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – зачет.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **Тема 1. Спектральные приборы для атомно-эмиссионного анализа.**

Устройство и принцип работы спектральных приборов на примере спектрометров ИСП-30, ДФС-542, МДР-23. Методы регистрации спектров: визуальный, фотографический, фотоэлектрический. Разрешающая способность спектрального прибора. Понятие нормальной ширины щели. Лазерный двухимпульсный спектрометр – особенности двухимпульсной абляции, оптическая схема, программное обеспечение.

### **Тема 2. Аналитический спектральный диапазон.**

Понятие спектра, спектральной линии, формула для интенсивности спектральной линии, выбор аналитических спектральных линий и аналитического спектрального диапазона для проведения элементного анализа многокомпонентных объектов. Калибровка аналитического спектрального диапазона: грубая и точная с использованием реперных линий и аппроксимацией полиномом.

### **Тема 3. Определение температуры плазмы спектральными методами.**

Формула Орнштейна. Спектральный метод определения температуры плазмы металлов и многокомпонентных сплавов, возбуждаемых электрическими разрядами, одиночными и сдвоенными лазерными импульсами. Оценка скорости разлета компонентов плазмы, возбуждаемой одиночными и сдвоенными лазерными импульсами.

### **Тема 4. Качественный и полуколичественный спектральный анализ многокомпонентных сплавов.**

Основы качественного анализа многокомпонентных сплавов методом лазерной эмиссионной спектроскопии, выбор аналитического спектрального промежутка для проведения полуколичественного анализа на лазерном спектрометре. Метод появления и усиления спектральных линий. Оценка погрешности метода полуколичественного анализа методом лазерной эмиссионной спектроскопии с использованием стандартных образцов многокомпонентных сплавов на основе меди.

### **Тема 5. Количественный спектральный анализ многокомпонентных сплавов.**

Выбор аналитических спектральных линий элементов для проведения количественного спектрального анализа. Экспериментальный выбор оптимальных параметров лазерного излучения для проведения элементного анализа. Регистрация лазерных эмиссионных спектров комплекта стандартных образцов и исследуемого образца. Создание методики количественного анализа с помощью программного обеспечения лазерного спектрометра. Построение градуировочных графиков зависимости интенсивности аналитических спектральных линий от концентрации элемента в стандартном образце, расчет коэффициента корреляции линейной аппроксимации экспериментальных данных. Определение концентрации элементов в

многокомпонентных сплавах, расчет погрешности количественного анализа. Использование относительных координат для построения градуировочных графиков при определении концентрации основных компонентов сплава.

**Тема 6. Послойный анализ функциональных, защитных и декоративных покрытий готовых изделий с субмикронным разрешением.**

Исследование деструкции поверхности металлов и сплавов при воздействии на поверхность электрических разрядов, одиночных и сдвоенных лазерных импульсов. Выбор оптимальных параметров лазерного излучения для проведения элементного анализа. Исследование влияния фокусировки на деструкцию поверхности образца. Создание методики послойного количественного анализа латунного покрытия с субмикронным разрешением.

**Тема 7. Элементный анализ биообъектов, предметов искусства, артефактов, старинных монет, полимеров, пористых объектов.**

Экспериментальный выбор оптимальных параметров одиночных и сдвоенных лазерных импульсов для проведения элементного анализа биообъектов, предметов искусства, артефактов, старинных монет, полимеров, пористых объектов. Создание аналитических методик элементного анализа исследуемых объектов.



## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Спектральные приборы для атомно-эмиссионного анализа				6			Устный опрос, отчет по лабораторным занятиям, учебная дискуссия
2	Аналитический спектральный диапазон				6			Устный опрос, отчет по лабораторным занятиям, учебная дискуссия
3	Определение температуры плазмы спектральными методами				6			Устный опрос, отчет по лабораторным занятиям, учебная дискуссия
4	Качественный и полуколичественный спектральный анализ многокомпонентных сплавов				6			Устный опрос, отчет по лабораторным занятиям, учебная дискуссия
5	Количественный спектральный				6			М

	анализ многокомпонентных сплавов							
6	Послойный анализ функциональных, защитных и декоративных покрытий готовых изделий с субмикронным разрешением				6			Устный опрос, отчет по лабораторным занятиям, учебная дискуссия
7	Элементный анализ биообъектов, предметов искусства, артефактов, старинных монет, полимеров, пористых объектов				6			Устный опрос, отчет по лабораторным занятиям, учебная дискуссия
<b>Итого</b>					<b>42</b>			<b>зачет</b>

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Перечень основной литературы

1. Атомная и молекулярная спектроскопия. Молекулярная спектроскопия / М. А. Ельяшевич ; предисл. чл.-корр. РАН Л. А. Грибова .Изд. 7-е . Москва : URSS : Ленанд, 2015. 527 с.
2. Атомная и молекулярная спектроскопия. Атомная спектроскопия / М. А. Ельяшевич ; предисл. чл.-корр. РАН Л. А. Грибова . Изд. 6-е . Москва: URSS : ЛИБРОКОМ, 2017. 415 с.
3. Атомная и молекулярная спектроскопия. Общие вопросы спектроскопии / М. А. Ельяшевич ; предисл. чл.-корр. РАН Л. А. Грибова . Изд. стер. Москва : URSS : ЛИБРОКОМ, 2014 . 236 с.
4. Gupta, V.P. Molecular and Laser Spectroscopy: Advances and Applications / V.P. Gupta // Elsevier, 2018. – 362 p.
5. Baudelet, M.Laser Spectroscopy for Sensing. Fundamentals, Techniques and Applications / M. Baudelet // Woodhead Publishing, 2014. – 592 p.
6. Rehse, S.J. / S.J. Rehse // Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy. – Vol. 154. – 2019. – P. 50-69.

### Перечень дополнительной литературы

1. Шпольский Э.В. Атомная физика, т.1. Введение в атомную физику. - СПб.: Издательство "Лань", 2010
2. Камалова Д.И. Лекции по прикладной инфракрасной спектроскопии: учебное пособие / Д.И. Камалова, М.Х. Салахов. - Казань: Казанский государственный университет, 2009. 167 с.
3. Летохов В.С. Нелинейные селективные фотопроцессы в атомах и молекулах М.: Наука, 1984.
4. Сизых А.Г. Спектроскопия. Ч.1.Атомная спектроскопия. Учебное пособие. Краснояр.гос.ун-т. – Красноярск, 2004.
5. Вайнштейн Л.А. Атомная спектроскопия (спектры атомов и ионов). – М.: Изд-во МФТИ, 2011. – 235 с.

### Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

1. Устные опросы.
2. Проверка отчетов по лабораторной работе
3. Решение кейса
4. Учебная дискуссия

Формой текущей аттестации по дисциплине «Лаборатория специализации «Атомная спектроскопия» учебным планом предусмотрен зачет

Итоговая оценка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования (постановление Министерства Образования Республики Беларусь № 53 от 29 мая 2012 г);

2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний студентов по дисциплине в Белорусском государственном университете приказ № 189-ОД от 31.03.2020.

3. Критериев оценки знаний и компетенций студентов по 10-бальной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь 21-04-01/105 от 22.12.2003).

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

- Устный опрос – 20 %;
- Отчет по лабораторной работе – 40 %.
- Решение кейса – 30 %.
- Учебная дискуссия – 10 %.

К зачету допускаются студенты, чья оценка текущей успеваемости не менее 4 баллов.

### **Примерная тематика лабораторных занятий**

#### **Тема 1. Спектральные приборы для атомно-эмиссионного анализа.**

Устройство и принцип работы спектральных приборов на примере спектрометров ИСП-30, ДФС-542, МДР-23. Методы регистрации спектров: визуальный, фотографический, фотоэлектрический. Разрешающая способность спектрального прибора. Понятие нормальной ширины щели. Лазерный двухимпульсный спектрометр – особенности двухимпульсной абляции, оптическая схема, программное обеспечение.

#### **Тема 2. Аналитический спектральный диапазон.**

Понятие спектра, спектральной линии, формула для интенсивности спектральной линии, выбор аналитических спектральных линий и аналитического спектрального диапазона для проведения элементного анализа многокомпонентных объектов. Калибровка аналитического спектрального диапазона: грубая и точная с использованием реперных линий и аппроксимацией полиномом.

#### **Тема 3. Определение температуры плазмы спектральными методами.**

Формула Орнштейна. Спектральный метод определения температуры плазмы металлов и многокомпонентных сплавов, возбуждаемых электрическими

разрядами, одиночными и сдвоенными лазерными импульсами. Оценка скорости разлета компонентов плазмы, возбуждаемой одиночными и сдвоенными лазерными импульсами.

#### **Тема 4. Качественный и полуколичественный спектральный анализ многокомпонентных сплавов.**

Основы качественного анализа многокомпонентных сплавов методом лазерной эмиссионной спектроскопии, выбор аналитического спектрального промежутка для проведения полуколичественного анализа на лазерном спектрометре. Метод появления и усиления спектральных линий. Оценка погрешности метода полуколичественного анализа методом лазерной эмиссионной спектроскопии с использованием стандартных образцов многокомпонентных сплавов на основе меди.

#### **Тема 5. Количественный спектральный анализ многокомпонентных сплавов.**

Выбор аналитических спектральных линий элементов для проведения количественного спектрального анализа. Экспериментальный выбор оптимальных параметров лазерного излучения для проведения элементного анализа. Регистрация лазерных эмиссионных спектров комплекта стандартных образцов и исследуемого образца. Создание методики количественного анализа с помощью программного обеспечения лазерного спектрометра. Построение градуировочных графиков зависимости интенсивности аналитических спектральных линий от концентрации элемента в стандартном образце, расчет коэффициента корреляции линейной аппроксимации экспериментальных данных. Определение концентрации элементов в многокомпонентных сплавах, расчет погрешности количественного анализа. Использование относительных координат для построения градуировочных графиков при определении концентрации основных компонентов сплава.

#### **Тема 6. Послойный анализ функциональных, защитных и декоративных покрытий готовых изделий с субмикронным разрешением.**

Исследование деструкции поверхности металлов и сплавов при воздействии на поверхность электрических разрядов, одиночных и сдвоенных лазерных импульсов. Выбор оптимальных параметров лазерного излучения для проведения элементного анализа. Исследование влияния фокусировки на деструкцию поверхности образца. Создание методики послойного количественного анализа латунного покрытия с субмикронным разрешением.

#### **Тема 7. Элементный анализ биообъектов, предметов искусства, артефактов, старинных монет, полимеров, пористых объектов.**

Экспериментальный выбор оптимальных параметров одиночных и сдвоенных лазерных импульсов для проведения элементного анализа биообъектов, предметов искусства, артефактов, старинных монет, полимеров, пористых объектов. Создание аналитических методик элементного анализа исследуемых объектов.

## Примерный перечень кейсов

В дисциплине «Лаборатория специализации «Атомная спектроскопия» студентам для решения предлагается один из следующих кейсов:

1. определить подлинность картины (масляные краски), датируемой XIX веком методом лазерно-эмиссионной спектроскопии.
2. определить ценность (подлинность, состав) ювелирного изделия методом лазерно-эмиссионной спектроскопии.
3. определить подлинность старинной монеты методом лазерно-эмиссионной спектроскопии.

### Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса по дисциплине «Лаборатория специализации «Атомная спектроскопия» используется **метод учебной дискуссии**, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме. При представлении тематических презентаций по темам управляемой самостоятельной работы студенты принимают участие в групповой учебной дискуссии, анализируют представленную информацию, высказывают свое мнения о недостатках и достоинствах рассмотренных спектральных приборов и оптоэлектронных систем, высказывают свои предположения о перспективных направлениях развития данных отраслей.

Использование метода обеспечивает появление нового уровня понимания изучаемых тем, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения.

При организации образовательного процесса используется **метод анализа конкретных ситуаций (кейс-метод)**, который предполагает:

- приобретение студентом знаний и умений для решения практических задач;
- анализ ситуации, используя профессиональные знания, собственный опыт, дополнительную литературу и иные источники.

При организации образовательного процесса по дисциплине «Лаборатория специализации «Атомная, молекулярная спектроскопия и люминесценция» используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач по атомной, молекулярной спектроскопии и люминесценции;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;

- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

### **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся**

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Лаборатория специализации «Атомная спектроскопия» следует использовать комплекс учебных и учебно-методических материалов, включающий методические указания к подготовке отчетов по лабораторным работам, материалы текущего контроля и текущей аттестации, вопросы для подготовки к зачету, перечень кейсов и вводные инструкции к ним, вопросы для самоконтроля, список рекомендуемой литературы, дополнительных информационных ресурсов, размещенных на портале [eduphys.bsu.by](http://eduphys.bsu.by).

### **Примерный перечень тем учебных дискуссий**

1. Методические основы атомно-эмиссионного элементного анализа.
2. Химическая и механическая пробоподготовка образцов к анализу
3. Одноимпульсная и двухимпульсная лазерная абляция металлов
4. Погрешность количественного анализа многокомпонентных сплавов методом атомно-эмиссионной спектроскопии.
5. Методические особенности послойного анализа функциональных, защитных и декоративных покрытий.
6. Методические особенности элементного анализа артефактов и предметов искусства.

### **Примерный перечень вопросов к зачету**

1. Физические основы атомно-эмиссионного спектрального анализа.
2. Основные характеристики оптических схем спектральных приборов.
3. Оптические схемы ИСП-30, ДФС-452, МДР-23.
4. Оптическая схема лазерного спектрометра.
5. Одноимпульсная и двухимпульсная лазерная абляция металлов
6. Основные характеристики плазмы.
7. Плазма электрических разрядов.
8. Плазма лазерных импульсов.
9. Электрические схемы высоковольтной конденсированной искры, дуги постоянного и переменного тока.

10. Задачи качественного, полуколичественного и количественного анализа.
11. Методы полуколичественного анализа веществ.
12. Преимущества и недостатки безэталонных методов анализа.
13. Особенности построения градуировочных графиков для количественного анализа.
14. Метод расфокусировки лазерного излучения.



## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Физика лазеров	Кафедра лазерной физики и спектроскопии	Нет	Оставить без изменений (протокол № 20 от 20 июня 2020 г.)
Оптические спектры атомов	Кафедра лазерной физики и спектроскопии	Нет	Оставить без изменений (протокол № 20 от 20 июня 2020 г.)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО  
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_ (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 202\_ г.)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_