

Белорусский государственный университет

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе и  
образовательным инновациям

О.Н. Здрок

«30» июня 2021 г.

Регистрационный № УД- 9813/уч.

## ОСНОВЫ ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:

**1-31 80 20 Прикладная физика**

Профилизация: Мощные лазерные системы и оптика

2021 г.

А.Д.Толстик

Подпись инициалы  
лазерной физики и спектроскопии

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта ОСВО 1-31 80 20 - 2019 и учебных планов G31и-141/уч., G31а-142/уч. от 13.10.2020 г.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

Л.И. Буров, доцент кафедры общей физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Г.И. Рябцев, главный научный сотрудник Института физики НАН Беларуси, доктор физико-математических наук;

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой лазерной физики и спектроскопии  
(протокол № 20 от 22.06.2021 г.);

Научно-методическим Советом БГУ  
(протокол № 7 от 30.06.2021 г.)

Заведующий кафедрой  
лазерной физики и спектроскопии

 А.Л.Толстик

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа учебной дисциплины "Основы лазерной физики" разработана для специальности 1-31 80 20 Прикладная физика, профилизация: «Мощные лазерные системы и оптика». Дисциплина преподается иностранным студентам.

### **Цели и задачи учебной дисциплины**

**Цель учебной дисциплины** — формирование у студентов целостных представлений об основах физики лазерной генерации, наиболее распространенных лазерных систем, а также дать представление о применениях лазерной техники в научных исследованиях и технологиях.

#### **Задачи учебной дисциплины:**

1. Расширить знания обучающихся в области физики лазерной генерации и методов получения мощного оптического излучения с определенным набором характеристик.
2. Изучить базовые схемы реализации различных режимов генерации и методы управления параметрами выходного излучения.
3. Выработать у обучающихся умения самостоятельно приобретать и применять приобретенные знания для последующей работы в области лазерной физики, информационных технологий, медицины и т.д.

### **Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.**

Повышенный интерес к лазерам и лазерным комплексам связан со все расширяющейся сферой их практического использования в науке, технике, медицине и военном деле. В последнее десятилетие особое место занимает использование лазеров в информационных системах для хранения и передачи информации. Разнообразные сферы применения лазеров определили необходимость создания как миниатюрных полупроводниковых лазеров и лазерных чипов размером от нескольких микрон до нескольких миллиметров, так и мощных лазерных комплексов, занимающих помещения площадью в сотни квадратных метров. Лазерные комплексы, используемые, например, в целях термоядерного синтеза, позволяют получать энергию отдельного наносекундного импульса в сотни килоджоулей. При фокусировке такого импульса на мишень достигается напряженность поля световой волны, на несколько порядков превышающая напряженность внутриатомного поля. Такие высокоинтенсивные поля обеспечивают проявление принципиально новых нелинейных процессов взаимодействия света с веществом, расширяя наши представления об окружающем мире.

Практически любая область профессиональной деятельности специалиста физического профиля, так или иначе, связана с применением лазеров. В этой связи актуальным становится вопрос не только понимания общих принципов работы лазеров, но и возможности целенаправленного

использования их уникальных свойств для решения научных и производственных задач.

Предлагаемая программа в полной мере решает поставленные задачи. Можно выделить три основных блока. Первый касается общей структуры лазерной системы и роли трех основных компонент – системы накачки, резонатора и активной среды, основные особенности которых и являются объектом рассмотрения. Вторая часть посвящена изучению процессов формирования усиленного излучения и режимов работы лазерной системы, обеспечивающих определенный набор характеристик выходного излучения. Третья часть посвящена конкретным лазерным системам, причем особое внимание обращается как на широту охвата материала с учетом истории развития, так и на новые системы и тенденции развития лазерных систем.

Учебная дисциплина относится к модулю «Физическая оптика» (компонента учреждения высшего образования).

**Связи** с другими учебными дисциплинами (включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации): дисциплина основывается на знаниях и представлениях, заложенных во время изучения таких базовых дисциплин как «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Физика атома и атомных явлений», «Электродинамика». В тоже время данная дисциплина является необходимой для изучения специальных дисциплин "Оптическое и лазерное приборостроение". "Полупроводниковые лазеры", "Лазеры с диодной накачкой", "Волоконные лазеры и оптика", "Лазерные источники для оптической связи".

### **Требования к компетенциям**

Освоение учебной дисциплины «Основы лазерной физики» должно обеспечить формирование следующей **специализированной** компетенции:  
– СК-2. Быть способным демонстрировать понимание физических процессов генерации в различных лазерных средах.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

#### **знать:**

- основные положения теории лазерной генерации и свойства лазерного излучения;
- основные схемы получения различных динамических режимов генерации;
- методы управления частотой лазерной генерации;
- наиболее распространенные типы лазеров и области использования лазерного излучения.;

#### **уметь:**

- рассчитать мощность генерации лазера, работающего в непрерывном режиме;
- рассчитать энергию, пиковую мощность и длительность импульса лазера в режиме модуляции добротности;

- рассчитать длительность импульса и расстояние между импульсами лазера в режиме синхронизации мод;
- провести оценку ширины линии генерации лазера с внутрирезонаторными дисперсионными элементами (призма, дифракционная решетка, интерферометр Фабри-Перо)

**Владеть:**

- методами реализации различных динамических режимов генерации;
- методами расчета энергетических и динамических характеристик лазерной генерации;
- методами оценки ширины линии генерации лазера с внутрирезонаторными дисперсионными элементами.

**Структура учебной дисциплины**

Дисциплина изучается в 1 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Основы лазерной физики» отведено:

- для очной формы получения высшего образования — 108 часов, в том числе 46 аудиторных часа, из них: лекции — 32 часа, практические занятия – 6 часов, управляемая самостоятельная работа – 8 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации — зачет.

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## Section 1. Introduction.

**Topic 1.1 Lasing principle.** Negative absorption. Population inversion. Three- and Four-level systems. Cavity. Losses. Threshold of lasing. The principle laser scheme. Classifications.

## Section 2. Pumping processes

**Topic 2.1. Optical pumping.** lamp pumping, laser pumping, diode pumping. Longitudinal and transverse schemes.

**Topic 2.2. Electrical pumping.** Electrical discharge in gases, glow discharge. Electron impact, resonant energy transfer. Electron energy distribution.

**Topic 2.3. Special types of pumping.** Chemical pumping. Adiabatically gas expansion. Free electron lasing

## Section 3. Passive Optical Resonators.

**Topic 3.1. Ray matrixes.** Gaussian beams,  $q$ -factor and ABCD-theorem. Transformation of Gaussian beam. Multilayer dielectric systems.

**Topic 3.2. Fabry-Perrot resonator.** Mode structure. Field structures. Photon Lifetime and Cavity  $Q$ .

**Topic 3.3. Generalized Spherical Resonator.** Resonator stability. Stable Resonators. Unstable Resonators. Ring resonator.

## Section 4. Active medium – physical background of lasing

**Topic 4.1. Light-matter interaction.** Spectral line and selection rules. Absorption and emission spectra. Homogeneous and inhomogeneous broadening. Saturation. Line, band and diffuse spectra. Combined spectrum. Luminescence.

**Topic 4.2. Semiclassical theory.** Wave equation and medium polarization. Rate equations. Gain and losses. Three- and Four-level systems.

**Topic 4.3. Active medium.** Ionic crystals and color centers. Semiconductors, Day solution and crystals, Gases (neutral, ionic, molecular, excimer and exciplex).

## Section 5. Lasing regimes

**Topic 5.1. Continuous Wave Laser Behavior.** Threshold conditions and output power. Optimum output coupling. Laser tuning. Laser Frequency Fluctuations and Frequency Stabilization. Single-Mode Selection. Reasons for Multimode Oscillation. Intensity Noise.

**Topic 5.2. Transient Laser Behavior.** Relaxation oscillations. Dynamic instabilities and pulsations in lasers. Active and passive Q-Switching. Gain switching. Mode locking in time and frequency domains. Femtosecond mode-

locked lasers. Mode-Locking Regimes and Mode-Locking System. Q-Switching mode locking.

## **Section 6. Properties of Laser Beams**

**Topic 6.1. Properties of Laser Beams.** Monochromaticity. First-order coherence. Relation between temporal coherence and monochromaticity. Directionality. The  $M^2$  factor and the spot size parameter of a multimode laser beam. Brightness. Statistical properties of laser light.

## **Section 7. Laser types**

**Topic 7.1. Solid-State Lasers.** Ruby laser. Neodymium lasers. Er:YAG and Yb:Er:Glass lasers. Alexandrite laser. Titanium sapphire laser. Cr:LiSAF and Cr:LiCAF lasers.

**Topic 7.2. Semiconductor Lasers.** Principle of semiconductor laser operation. Double-heterostructure lasers. Quantum well lasers. Distributed feedback and distributed Bragg reflector lasers. Vertical-cavity surface-emitting lasers.

**Topic 7.3. Fiber Lasers.**

**Topic 7.4. Dye Lasers.** Photophysical properties of organic dyes. Characteristics of dye lasers.

**Topic 7.5. Gas Lasers.** Neutral atom lasers. Ion lasers. Molecular gas lasers. CO<sub>2</sub> laser. Nitrogen laser. Excimer lasers.

**Topic 7.6. Chemical Lasers.**

**Topic 7.7. Free-Electron Lasers.**

**Topic 7.8. X-Ray Lasers.**

## 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 (ДО)	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Аудиторный контроль УСП		
1	2	3	4	5	6	7		9
<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>2</b>						
1.1.	<u>Lasing principle</u> . Negative absorption. Population inversion. Three- and Four-level systems. Cavity. Losses. Threshold of lasing. The principle laser scheme. Classifications	2						блиц-опрос дискуссии
<b>2</b>	<b>Pumping processes</b>	<b>4</b>						
2.1	<u>Optical pumping</u> . lamp pumping, laser pumping, diode pumping. Longitudinal and transverse schemes	2						блиц-опрос, дискуссии
2.2	<u>Electrical pumping</u> . Electrical discharge in gases, glow discharge. Electron impact, resonant energy transfer. Electron energy distribution	1						блиц-опрос, дискуссии
2.3	<u>Special types of pumping</u> . Chemical pumping. Adiabatically gas expansion. Free electron lasing	1						блиц-опрос
<b>3</b>	<b>Passive Optical Resonators</b>	<b>6</b>	<b>2</b>					
3.1	<u>Ray matrixes</u> . Gaussian beams, $q$ -factor and ABCD-theorem. Transformation of Gaussian beam. Multilayer dielectric systems.	2	1					решение задач, дискуссии
3.2	<u>Fabry-Perrot resonator</u> . Mode structure. Field structures. Photon Lifetime and Cavity $Q$ .	2						
3.3	<u>Generalized Spherical Resonator</u> . Resonator stability. Stable Resonators. Unstable Resonators. Ring resonator.	2	1					решение задач, дискуссии
<b>4</b>	<b>Active medium – physical background of lasing</b>	<b>6</b>						
4.1	<u>Light-matter interaction</u> . Spectral line and selection rules. Absorption and emission spectra. Homogeneous and inhomogeneous broadening. Saturation. Line, band and	2						блиц-опрос, дискуссии



	diffuse spectra. Combined spectrum. Luminescence.						
4.2	<u>Semiclassical theory.</u> Wave equation and medium polarization. Rate equations. Gain and losses. Three- and Four-level systems.	2					блиц-опрос, дискуссии
4.3	<u>Active medium.</u> Ionic crystals and color centers. Semiconductors, Dye solution and crystals, Gases (neutral, ionic, molecular, excimer)	2					блиц-опрос, дискуссии
5	<b>Lasing regimes</b>	<b>8</b>	<b>2</b>				
5.1	<u>Continuous Wave Laser Behavior.</u> Threshold conditions and output power. Optimum output coupling. Laser tuning. Laser Frequency Fluctuations and Frequency Stabilization. Single-Mode Selection. Reasons for Multimode Oscillation. Intensity Noise.	4	1				блиц-опрос решение задач, дискуссии
5.2	<u>Transient Laser Behavior.</u> Relaxation oscillations. Dynamic instabilities and pulsations in lasers. Active and passive Q-Switching. Gain switching. Mode locking in time and frequency domains. Femtosecond mode-locked lasers Mode-Locking Regimes and Mode-Locking System. Q-Switching mode locking	4	1				блиц-опрос, решение задач, дискуссии
6	<b>Properties of Laser Beams</b>	<b>2</b>	<b>2</b>				
6.1	<u>Properties of Laser Beams.</u> Monochromaticity. First-order coherence. Relation between temporal coherence and monochromaticity. Directionality. The $M^2$ factor and the spot size parameter of a multimode laser beam. Brightness. Statistical properties of laser light.	2	2				дискуссии, тест
7	<b>Laser types</b>	<b>4</b>				8	
7.1	<u>Solid-State Lasers.</u> Ruby laser. Neodymium lasers. Er:YAG and Yb:Er:Glass lasers. Alexandrite laser. Titanium sapphire laser. Cr:LiSAF and Cr:LiCAF lasers.					3	защита реферативных работ
7.2.	<u>Semiconductor Lasers.</u> Principle of semiconductor laser operation. Double-heterostructure lasers. Quantum well lasers. Distributed feedback and distributed Bragg reflector lasers. Vertical-cavity surface-emitting lasers.	4					блиц-опрос, дискуссии
7.3	<u>Fiber Lasers.</u>					1	защита реферативных работ
7.4	<u>Dye Lasers.</u> Photophysical properties of organic dyes. Characteristics of dye lasers.					1	защита реферативных работ
7.5	<u>Gas Lasers.</u> Neutral atom lasers. Ion lasers. Molecular gas lasers. CO <sub>2</sub> laser. Nitrogen laser. Excimer lasers.					2	защита реферативных работ
7.6	<u>Chemical Lasers.</u>					1	защита реферативных работ
7.7	<u>Free-Electron Lasers.</u>						
7.8	<u>X-Ray Lasers</u>						
		<b>32</b>	<b>6</b>			<b>8</b>	

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Перечень основной литературы

1. O. Zvelto. **Principles of lasers**. Springer. 1998. 605p
2. W.T. Silfvast. **Laser fundamentals**. Cambridge. 2004, 670p
3. J. Hecht. **Understanding lasers**. Wiley, 2019, 475p,
4. K.F. Renk. **Basics of laser physics**. Springer. 2 edit. 2017. 605p

### Перечень дополнительной литературы

1. A.E. Siegman. **Lasers**. University Science Books. 1986. 1287p
2. T.S. Taylor. **Introduction to Laser Science and Engineering**. CRC Press. 2020. 268p
3. P.W. Milonni, J.H. Eberly. **Laser Physics**: Wiley, 2010. 813p
4. Н.В. Карлов. Лекции по квантовой электронике. М.: Наука. 1983, 1988.
5. Б.И. Степанов. Методы расчета оптических квантовых генераторов: Т. 1–2, Мн.: Наука и техника. 1966, 1968.

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

Для оценки результатов учебной деятельности обучающихся рекомендуется использовать следующие средства диагностики:

1. Защита реферативных работ.
2. Решение задач.
3. Письменный тест.
4. Блиц-опрос, дискуссия.

Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Основы лазерной физики» учебным планом предусмотрен зачет.

Оценка за ответы на практических занятиях может включать в себя полноту ответа, наличие аргументов, примеров из практики и т.д.

Защита реферативных работ проводится в форме индивидуальных выступлений-презентаций (докладов) с последующей дискуссией. Оценка рефератов проводится по десятибалльной шкале. При оценивании реферата (доклада) внимание обращается на: содержание и полноту раскрытия темы,

структуру и последовательность изложения, источники информации (предпочтение должно отдаваться статьям в научных журналах) и корректность их использования, точность используемой терминологии и т.д.

Тестирование проводится в письменной форме 1 раз в семестр. Тест включает в себя 20-30 тестовых заданий в открытой форме. На выполнение теста отводится 90 мин. По согласованию с преподавателем разрешается использовать справочные, научные и учебные печатные издания, электронные источники информации. Каждое задание оценивается в 1 балл (если ответ верен и точен), 0,5 балла (если в ответе содержатся неточности, но в целом он верен, или же в ответе присутствуют почти завершенные рассуждения, которые при их продолжении могли бы привести к верному ответу), 0 баллов (если ответ не верен или отсутствует). Оценка теста проводится по сумме баллов, набранных за все задания, в соответствии с табл. 1.

Таблица 1 — Критерии оценки теста

Оценка	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Процент от максимально возможной суммы баллов	≥95 %	≥ 90%, но <95%	≥ 85%, но <90%	≥ 78%, но <85%	≥ 70%, но <78%	≥ 60%, но <70%	≥ 50%, но <60%	≥ 30%, но <50%	≥ 15%, но <30%	<15 %

### Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

#### Раздел 7. Laser types.

Форма контроля – защита реферативных работ.

#### Перечень тем рефератов

1. Неодимовые лазеры.
2. Эрбиевые лазеры.
3. Перестраиваемые твердотельные лазеры.
4. Волоконные лазеры.
5. Лазеры на растворах красителей.
6. Лазеры на смеси нейтральных атомов.
7. Молекулярные газовые лазеры.

8. CO<sub>2</sub> – лазеры.
9. Эксимерные лазеры.
10. Лазеры на свободных электронах.
11. Разеры и газеры.
12. Военные сферы применения лазеров.

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

При организации образовательного процесса используются *методы и приемы развития критического мышления*, которые представляют собой систему, формирующую навыки работы с информацией; понимании информации как отправного, а не конечного пункта критического мышления. Формой реализации метода может выступать подготовка и защита реферативных работ.

При организации образовательного процесса используется *метод учебной дискуссии*, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме. Реализацию метода рекомендуется осуществлять во время защиты реферативных работ, организовав дискуссию обучающихся, а также в ходе самих лекций. Использование метода обеспечивает появление нового уровня понимания изучаемой темы, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения.

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

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления, углубления и расширения полученных теоретических знаний обучающихся;
- формирования умений использовать специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

Аудиторная самостоятельная работа по учебной дисциплине на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя без его непосредственного участия.

Основными видами аудиторной самостоятельной работы при изучении дисциплины являются подготовка ответов на тесты, решение качественных

задач (вопросов) предложенных в ходе занятия, участие в дискуссии на занятиях и в ходе защит реферативных работ.

Основными видами внеаудиторной самостоятельной работы при изучении дисциплины является подготовка реферативных работ, решение задач, предложенных преподавателем.

Темы реферативных работ студентами выбираются из предложенного преподавателем списка не позднее чем через две недели после начала занятий. Примерный перечень тем рефератов представлен выше. Студенты имеют право по согласованию с преподавателем сформулировать тему реферативной работы самостоятельно.

В качестве задач могут выступать качественные и расчетные задачи по электрическим цепям, анализу частотных спектров пропускания контуров, оценке выходных параметров генераторов и коммутаторов.

При выполнении внеаудиторной самостоятельной работы обучающийся имеет право обращаться к преподавателю за консультацией.

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

1. **Введение в физику лазеров.** История создания лазеров. Принцип работы лазера и характеристики лазерного излучения.

2. **Понятие активной среды и способы ее создания.** Способы накачки активной среды (оптическая, электрическая, тепловая, химическая, рекомбинационная и др.).

3. **Оптическая накачка активной среды** Взаимодействие монохроматического излучения с резонансной средой. Коэффициент усиления. Эффект насыщения.

4. **Схемы оптической накачки.** Трех- и четырехуровневые схемы оптической накачки. Усиление в растворах сложных органических соединений (красителей).

5. **Усиление в средах с однородным и неоднородным уширением.** Специфика усиления в средах с однородным и неоднородным уширением. Эффект насыщения усиления. Выжигание «спектрального провала».

6. **Оптический резонатор и моды резонатора.** Открытый резонатор. Типы резонаторов. Условие устойчивости и продольные моды резонатора.

7. **Добротность оптического резонатора.** Продольные и поперечные моды резонатора. Потери в открытых резонаторах. Добротность резонатора. Селекция мод лазера.

8. **Расчет коэффициента усиления, спектральных и угловых характеристик генерации.** Расчет коэффициента усиления в однородно и неоднородно уширенной активной среде и спектр генерации. Гауссовы пучки и расчет расходимости нулевой моды лазерного излучения.

9. **Стационарный режим работы лазера.** Условия перехода к лазерной генерации. Мощность генерации. Порог генерации.
10. **Характеристики стационарной генерации.** Оптимальная связь резонатора при стационарной генерации. Спектр генерации.
11. **Динамические процессы в лазерах.** Нестационарный режим работы лазера. Кинетические уравнения для лазерной генерации.
12. **Режим свободной генерации.** Работа лазера в режиме свободной генерации. Пичковая структура излучения.
13. **Режим модуляции добротности.** Модуляция добротности оптического резонатора. Математическое описание режима генерации.
14. **Метод активной модуляции добротности оптического резонатора.** Мощность, энергия и длительность импульса генерации лазера при активной модуляции добротности.
15. **Режим пассивной модуляции добротности.** Метод пассивной модуляции добротности оптического резонатора. Пассивные затворы.
16. **Режим синхронизации мод.** Методы активной и пассивной синхронизации мод.
17. **Перестраиваемые лазеры и способы перестройки частоты.** Перестраиваемые лазеры с использованием дифракционной решетки, призмы, интерферометра Фабри – Перо.
18. **Расчет параметров резонатора и характеристик лазерного излучения.** Спектр, длительность, пиковая мощность генерации и когерентные свойства излучения конкретных лазерных систем. Спектральные и когерентные характеристики лазера с дисперсионным резонатором.
19. **Основные типы лазеров.** Типы лазеров по виду активной среды и по способу накачки активной среды.
20. **Основные типы лазеров.** Типы лазеров: рубиновый, неодимовый, гелий-неоновый, на красителях, F-центрах газодинамические, эксимерные, химические, полупроводниковые, на свободных электронах и др.
21. **Применения лазеров.** Использование лазерного излучения в науке, технике, производстве, военном деле, медицине.

## 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)
1. Оптическое и лазерное приборостроение	Кафедра лазерной физики и спектроскопии	нет	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения (протокол № 20 от 22.06.2021)
2. Полупроводниковые лазеры	Кафедра лазерной физики и спектроскопии	нет	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения (протокол № 20 от 22.06.2021)
3. Лазеры с диодной накачкой	Кафедра лазерной физики и спектроскопии	нет	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения (протокол № 20 от 22.06.2021)
4. Волоконные лазеры и оптика	Кафедра лазерной физики и спектроскопии	нет	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения (протокол № 20 от 22.06.2021)
5. Лазерные источники для оптической связи	Кафедра лазерной физики и спектроскопии	нет	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения (протокол № 20 от 22.06.2021)

