

14

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Институт прикладной математики физики и информатики

УТВЕРЖДАЮ: Директор института _____ Хорьков К.С. « 30 » 08 2021 г.
---



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**направление подготовки / специальность**  
12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии»  
(код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**

Лазерные и квантовые технологии  
(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир  
2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Лазерные системы специального назначения» является ознакомление с физическими принципами, технологиями изготовления и применения современных систем лазерного излучения для решения узконаправленных задач в специализированных условиях применения и внешней среды.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Лазерные системы специального назначения» относится к дисциплине по выбору учебного плана.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций).

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1. Способен анализировать задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных опто-электронных приборов и систем	<p>ПК-1.1. Знает принципы генерации излучения лазерами, элементную базу лазерной техники, основные типы и характеристики оптических систем лазерных опто-электронных приборов и оборудования, принципы конструирования лазерных опто-электронных приборов, их узлов и элементов, опасные и вредные эксплуатационные факторы, их предельно-допустимые уровни воздействия на человека, технику и окружающую среду при эксплуатации лазерных систем и технологий.</p> <p>ПК-1.2. Умеет определять параметры и характеристики элементов лазерных систем и технологий для заданных условий и режимов эксплуатации, анализировать взаимодействие лазерного излучения с материалами и средами, применять информационные ресурсы и технологии, представлять информацию в систематизированном виде, работать с научно-технической литературой и информацией.</p> <p>ПК-1.3. Владеет навыками работы со средствами компьютерного проектирования, используемыми при конструировании узлов и</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• принципы генерации излучения лазерами;</li> <li>• элементную базу лазерной техники;</li> <li>• основные типы и характеристики оптических систем лазерных опто-электронных приборов и оборудования;</li> <li>• принципы конструирования лазерных опто-электронных приборов, их узлов и элементов;</li> <li>• опасные и вредные эксплуатационные факторы, их предельно-допустимые уровни воздействия на человека, технику и окружающую среду при эксплуатации лазерных систем и технологий;</li> <li>• методы работы с научно-технической литературой и информацией;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• определять параметры и характеристики элементов лазерных систем и технологий для заданных условий и режимов эксплуатации;</li> <li>• анализировать взаимодействие лазерного излучения с материалами и средами;</li> <li>• применять информационные ресурсы и технологии;</li> <li>• представлять информацию в систематизированном виде;</li> <li>• работать с научно-технической литературой и информацией;</li> </ul> <p>Владеть (навыки):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками работы со средствами компьютерного проектирования, используемыми при конструировании узлов и блоков лазерных комплексов;</li> <li>• навыками проектирования типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных опто-электронных приборов и систем.</li> </ul>	Рейтинг-контроль №1

	блоков лазерных комплексов, навыками проектирования типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных опто-электронных приборов и систем.		
ПК-2. Способен участвовать в разработке технических требований и заданий на проектирование типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных опто-электронных приборов и систем	<p>ПК-2.1. Знает основные области применения лазерной техники и лазерных технологий, состав и принципы конструирования лазерных приборов и систем, оптические материалы и технологии.</p> <p>ПК-2.2. Умеет анализировать, формулировать и обосновывать технические требования, предъявляемые к разрабатываемым оптическим узлам и элементам лазерных приборов и систем, обосновывать предлагаемые технические решения, применять информационные ресурсы и технологии;</p> <p>ПК-2.3. Владеет навыками проектирования типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных опто-электронных приборов и систем;</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные области применения лазерной техники и лазерных технологий;</li> <li>• принципы построения и состав лазерных приборов и систем;</li> <li>• принципы конструирования лазерных опто-электронных приборов, их узлов и элементов;</li> <li>• оптические материалы и технологии;</li> <li>• опасные и вредные эксплуатационные факторы, их предельно-допустимые уровни воздействия на человека, технику и окружающую среду при эксплуатации лазерных систем и технологий;</li> <li>• методы работы с научно-технической литературой и информацией;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемым оптическим узлам и элементам лазерных приборов и систем;</li> <li>• определять, формулировать и обосновывать требования к разрабатываемым узлам и элементам лазерных приборов и систем;</li> <li>• обосновывать предлагаемые технические решения при проектировании узлов и элементов лазерных приборов и систем;</li> <li>• применять информационные ресурсы и технологии;</li> </ul> <p>Владеть (навыки):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками проектирования типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных опто-электронных приборов и систем.</li> </ul>	Рейтинг-контроль №2
ПК-3. Способен рассчитывать, проектировать и конструировать типовые системы, приборы, узлы и детали лазерной техники, лазерных опто-электронных приборов и систем	<p>ПК-3.1. Знает принципы конструирования лазерных опто-электронных приборов, их узлов и элементов, элементную базу, используемую в изделиях лазерной техники.</p> <p>ПК-3.2. Умеет выбирать метод(ы) расчёта при разработке лазерных приборов и систем, рассчитывать параметры и характеристики оптического узла лазерных приборов и систем, конструировать типовые детали и узлы лазерной техники, подбирать по заданным</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные типы и характеристики оптических систем лазерных опто-электронных приборов, оборудования и технологий;</li> <li>• принципы конструирования лазерных опто-электронных приборов, их узлов и элементов;</li> <li>• элементную базу, используемую в изделиях лазерной техники;</li> <li>• методы работы с научно-технической литературой и информацией;</li> <li>• правила оформления чертежей и конструкторской документации;</li> <li>• компьютерные технологии моделирования и конструирования лазерных опто-электронных приборов;</li> </ul>	Рейтинг-контроль №3

	<p>параметрам и характеристикам элементную базу лазерных приборов и систем. ПК-3.3. Владеет прикладными программами расчёта лазерных опико-электронных приборов, компьютерными технологиями расчёта и конструирования лазерных опико-электронных приборов;</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• опасные и вредные эксплуатационные факторы, их предельно-допустимые уровни воздействия на человека, технику и окружающую среду при эксплуатации лазерных систем и технологий;</li> <li>Уметь: <ul style="list-style-type: none"> <li>• выбирать метод(ы) расчёта при разработке лазерных приборов и систем;</li> <li>• рассчитывать параметры и характеристики оптического узла лазерных приборов и систем;</li> <li>• рассчитывать и выбирать поля допусков на конструктивные элементы оптических деталей и узлы крепления;</li> <li>• разрабатывать конструкторскую документацию;</li> <li>• конструировать типовые детали и узлы лазерной техники;</li> <li>• подбирать по заданным параметрам и характеристикам элементную базу лазерных приборов и систем;</li> <li>• применять информационные ресурсы и технологии;</li> <li>• анализировать, представлять и оформлять результаты проектно-конструкторской деятельности при разработке лазерных приборов, систем и технологий;</li> </ul> </li> <li>Владеть (навыки): <ul style="list-style-type: none"> <li>• прикладными программами расчёта лазерных опико-электронных приборов;</li> <li>• компьютерными технологиями расчёта и конструирования лазерных опико-электронных приборов..</li> </ul> </li> </ul>	
--	--	---	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часа

#### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	В форме практической подготовки		
1	Введение. Классификация специализированных лазерных систем	8	1-8	2	2	-	4	4	Рейтинг №1
2	Физические принципы и особенности работы специализированных лазерных систем	8	9-14	5	7	-	2	4	Рейтинг №2
3	Лазерные системы повышенной мощности. Особенности проектирования	8	15-18	10	9	-	4	4	Рейтинг №3

4	Технические решения по достижению высокого качества излучения			10	9			6	
Всего за 8 семестр:		-	-	27	27	-	10	18	экзамен, 36
Наличие в дисциплине КП/КР		-	-	-	-	-	-	-	-
Итого по дисциплине		-	-	27	27	-	-	18	экзамен, 36

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### Раздел 1. Введение. Классификация специализированных лазерных систем

Тема 1 Структура и назначение специализированных лазерных систем. Поколения и составные части лазерных систем. Условия применения специализированных лазерных систем, обзор современных лазерных комплексов и сфер (границ) их применимости.

#### Раздел 2. Физические принципы и особенности работы специализированных лазерных систем

Тема 1 Оптические схемы построения квантовых генераторов и физические процессы в них.

Тема 2 Физико-оптические параметры лазерных материалов, активных лазерных сред.

Тема 3 Физические основы построения полупроводникового лазера повышенной интенсивности излучения.

Тема 4 Физика тепловых процессов в лазерных излучателях, основанных на твердом теле.

Тема 5 Автономные системы электропитания лазерных комплексов, методы повышения их энергоэффективности.

#### Раздел 3. Лазерные системы повышенной мощности. Особенности проектирования

Тема 1 Твердотельный лазер с продольной накачкой на основе лазерной керамики.

Тема 2 Дискковый лазер повышенной мощности излучения, процессы термостабилизации активной лазерной среды.

Тема 3 Методы повышения лучевой стойкости оптических элементов мощных лазерных систем.

Тема 4 Нелинейные оптические элементы и среды с насыщающимся поглотителем в специализированных лазерных системах.

#### Раздел 4. Технические решения по достижению высокого качества излучения

Тема 1 Параметры качества лазерного излучения и способы их повышения.

Тема 2 Методы оптимизации оптических узлов транспортировки сверхмощных потоков лазерного излучения.

Тема 3 Методы исследования оптических свойств лазерных излучателей.

### Содержание практических занятий по дисциплине

#### Раздел 1. Введение. Классификация специализированных лазерных систем

Тема 1 Структура и назначение специализированных лазерных систем. Поколения и составные части лазерных систем. Условия применения специализированных лазерных систем, обзор современных лазерных комплексов и сфер (границ) их применимости.

#### Раздел 2. Физические принципы и особенности работы специализированных лазерных систем

Тема 1 Оптические схемы построения квантовых генераторов и физические процессы в них.

Тема 2 Физико-оптические параметры лазерных материалов, активных лазерных сред.

Тема 3 Физические основы построения полупроводникового лазера повышенной интенсивности излучения.

Тема 4 Физика тепловых процессов в лазерных излучателях, основанных на твердом теле.

Тема 5 Автономные системы электропитания лазерных комплексов, методы повышения их энергоэффективности.

### **Раздел 3. Лазерные системы повышенной мощности. Особенности проектирования**

Тема 1 Твердотельный лазер с продольной накачкой на основе лазерной керамики.

Тема 2 Дисковый лазер повышенной мощности излучения, процессы термостабилизации активной лазерной среды.

Тема 3 Методы повышения лучевой стойкости оптических элементов мощных лазерных систем.

Тема 4 Нелинейные оптические элементы и среды с насыщающимся поглотителем в специализированных лазерных системах.

### **Раздел 4. Технические решения по достижению высокого качества излучения**

Тема 1 Параметры качества лазерного излучения и способы их повышения.

Тема 2 Методы оптимизации оптических узлов транспортировки сверхмощных потоков лазерного излучения.

Тема 3 Методы исследования оптических свойств лазерных излучателей.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **Рейтинг-контроль №1**

1. Процессы трансформации энергии в лазерных материалах.
2. Типовая структура средств фотоники и оптроники.
3. Сравнительные свойства материалов активных лазерных элементов твердотельных лазеров.
4. Этапы жизненного цикла электронных средств.
5. Физические, механические и оптические параметры лазерных материалов.
6. Процессы переноса тепла в лазерах с поперечной накачкой.
7. Прозрачная лазерная керамика с градиентным изменением концентрации легирующей добавки.
8. Методы исследования оптических свойств лазерных материалов.
9. Мощные и сверхмощные лазерные системы.

### **Рейтинг-контроль №2**

1. Автономные системы электропитания.
2. Нелинейные оптические элементы.
3. Среда с насыщающимся поглотителем в специализированных лазерных системах.
4. Непрерывный твердотельный лазер по схеме «ЗГ-У».
5. Процессы термостатирования активной лазерной среды в дисковых лазерах.
6. Лучевая стойкость оптических элементов мощных лазерных систем.

### **Рейтинг-контроль №3**

1. Импульсно-периодический твердотельный лазер по схеме «ЗГ-У».
2. Особенности работы дискового лазера на основе композитной керамики.
3. Способы повышения параметров качества лазерного излучения.
4. Методы оптимизации узлов транспортировки мощных потоков лазерного излучения.
5. Методы оптимизации оптических свойств резонаторов в составе лазерных излучателей.

Текущий контроль успеваемости студентов является распределённым во времени семестра и основывается на оценке следующих составляющих:

1. Выполнение заданий практической и самостоятельной работы. Подготовка презентации и доклада. Выступление с докладом на секционном заседании и защита результатов выполненного исследования.

2. Участие в обсуждении докладов учащихся на секционных заседаниях в ходе практических занятий.

Промежуточная аттестация проходит в форме экзамена. Вопросы экзамена охватывают всю тематику, рассмотренную в ходе проведения лекционных и практических занятий в течение семестра.

**Б) Вопросы к экзамену:**

1. Структура и назначение средств фотоники и оптроники.
2. Процессы трансформации энергии в лазерных материалах.
3. Основные материалы активных сред мощных лазерных систем.
4. Физико-оптические параметры лазерных материалов, активных лазерных сред.
5. Оптические схемы построения квантовых генераторов.
6. Оптические схемы физические процессы в квантовых генераторах
7. Процессы переноса тепла и физика тепловых процессов в лазерных излучателях на твердом теле.
8. Мощные и сверхмощные лазерные системы.
9. Активная лазерная керамика.
10. Методы исследования оптических свойств лазерных материалов.
11. Автономные системы электропитания.
12. Нелинейные оптические элементы.
13. Среды с насыщающимся поглотителем в специализированных лазерных системах.
14. Импульсно-периодический твердотельный лазер по схеме «ЗГ-У»..
15. Непрерывный твердотельный лазер по схеме «ЗГ-У».
16. Лучевая стойкость оптических элементов мощных лазерных систем.
17. Физические основы построения полупроводникового лазера повышенной интенсивности излучения.
18. Методы оптимизации оптических узлов транспортировки сверхмощных потоков лазерного излучения.
19. Способы повышения параметров качества лазерного излучения
20. Дискковый лазер повышенной мощности излучения, процессы термостабилизации активной лазерной среды.
21. Прозрачная лазерная керамика с градиентным изменением концентрации легирующей добавки.

**В) Вопросы для контроля самостоятельной работы учащихся:**

- 1) Специфические типы активных лазерных сред (иммерсионная жидкость и поликристаллы)?
  - 2) Чему равен показатель преломления кварцевого стекла и алюмо-иттривого граната при изменении температуры?
  - 3) Что такое термическое расширение активной лазерной среды, понятие тепловой линзы?
  - 4) Назовите исходные материалы для получения лазерной керамики?
  - 5) В чем заключается преимущество методов химического соосаждения при получении лазерной керамики?
  - 6) Перечислите основные типы оптических схем накачки активной среды?
  - 7) В чем суть когерентного сложения пучков?
  - 8) Какие узлы включает в себя установка для вытяжки оптических волокон?
  - 9) Какими основными параметрами характеризуется такой орган чувств оператора, как зрение?
  - 10) Какие покрытия оптических элементов используют при экстремальных условиях эксплуатации?
  - 11) Опишите технологию получения структурированного оптического волокна?
  - 12) Опишите особенности реализации «портальной» транспортировки излучения?
- Распределение видов самостоятельной работы по разделам дисциплины**

Раздел 1. Работа с дополнительной литературой (4 ч.).  
 Раздел 2. Работа с дополнительной литературой (8 ч.); Подготовка доклада (6 ч.)  
 Раздел 3. Работа с дополнительной литературой (10 ч.); Подготовка доклада (8 ч.);  
 Раздел 4. Работа с дополнительной литературой (10 ч.); Подготовка доклада (8 ч.);  
 Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература		
1. Легостаев Н.С. Твердотельная электроника [Электронный ресурс]: методические указания по изучению дисциплины/ Н. С. Легостаев, К.В. Четвергов. — Электрон. текстовые данные.— Томск, Эль Контент, 2012. — 52 с.	2012	Есть
2. Аракелян С.М. Введение в фемтонанопластику [Электронный ресурс]: учебное пособие / Аракелян С.М. - Москва: Логос, 2015. - 743 с. —	2015	Есть
1. Шеин, А.Б. Методы проектирования электронных устройств [Электронный ресурс] / А. Б. Шеин, Н. М. Лазарева. — Электрон. текстовые данные. — М.: Инфра-Инженерия, 2013. — 456 с.	2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/13540">http://www.iprbookshop.ru/13540</a>
Дополнительная литература		
1. Реутов А.Т. Физика лазеров Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие / Реутов А.Т., - М.: РУДН, 2011.- 96 с.	2011	Есть -
2. Бакланов Е.В. Основы лазерной физики / Бакланов Е.В. – Новосиб.: НГТУ, 2011. – 131с.	2011	Есть
3. Сигов А.С. Электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.С. Сигов, В.И. Нефедов, А.А. Щука.- М.:Абрис,2012	2012	

### 6.2. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Научный журнал «Квантовая электроника»;
2. Научно-технический журнал «Фотоника»;

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для представления лекционного материала, презентаций и рефератов студентов используется оборудование с экраном для проекционных систем, проектором и ноутбуком (ауд. 420-3, 430-3).

Практические занятия проводятся в компьютерных классах, оснащенных необходимым программным обеспечением (ауд. 106-3, 330-3, 511г-3).

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает: лазер волоконный ЛС-02, комплекс оптико-физических измерений, комплекс лабораторный «Омега-ТК».



Рабочую программу составил \_\_\_\_\_ доц.каф. ФиПМ Панков М.А.  
(ФИО, подпись)

Рецензент  
Генеральный директор ООО «ВладИнТех» \_\_\_\_\_ А.В. Осипов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ  
Протокол №1 от 30.08.2021 года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Аракелян  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании учебно-методической комиссии направления 12.03.05 «Лазерная техника и  
лазерные технологии»  
Протокол №1 от 30.08.2021 года  
Председатель комиссии \_\_\_\_\_ С.М. Аракелян  
(ФИО, должность, подпись)

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 20<sup>22</sup> / 20<sup>23</sup> учебный года  
Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.2021 года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Аракелян

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_