Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ковровский государственный технологический университет
имени В.А. Дегтярева»

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по Н и ИД
Белогусев В.Н.
«_20_» ___мая___2026 г.

ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

для поступающих на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.3.19 Лазерная физика

Ковров, 2026

Программу составил:

Солохин С.А., канд. физ.-мат. наук, доцент, заведующий кафедрой лазерные и оптико-электронные системы _____

(подпись)

Программа рассмотрена на заседании кафедры лазерные и оптико-электронные системы

Протокол № _8_ от « _19_ » __03__ 20_26_ г.

Зав. кафедрой лазерные и оптико-электронные системы, доцент, канд. физ.-мат. наук, Солохин С.А.

(подпись)

Программа одобрена учебно-методической комиссией факультета___АиЭ_____

Протокол № 9 от « 20 » мая 2026 г.

Декан факультета АиЭ _____ А.А. Митрофанов

1. ОРГАНИЗАЦИОННО МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ВСТУПИТЕЛЬНОГО АТТЕСТАЦИОННОГО ИСПЫТАНИЯ

Программа составлена на основе Федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре и предназначена для подготовки к вступительному испытанию по научной специальности 1.3.19. Лазерная физика.

Цель испытания – определить уровень готовности поступающего к освоению программы аспирантуры, оценить его знания в области фундаментальной и прикладной лазерной физики, а также выявить склонность к научно-исследовательской деятельности.

1) **Уровень поступающего.**

Лица, имеющие диплом магистра или специалиста.

2) **Форма проведения испытания**.

Очная (письменный экзамен).

3) **Порядок и регламент проведения испытания.**

Экзамен проводится по экзаменационным билетам. Билет содержит два теоретических вопроса из разделов программы.

Время подготовки к ответу составляет 60 минут с момента получения билета.

Процедура проведения:

- Поступающий предъявляет экзаменационной комиссии паспорт и экзаменационный лист.
- Вытягивает билет, оглашает его номер и приступает к подготовке письменных тезисов ответа на специальном бланке (черновике).
- Разрешается пользоваться программой вступительных испытаний, непрограммируемым калькулятором и справочными таблицами (при

наличии, предоставляются комиссией).

- Запрещается использование средств мобильной связи, наушников, планшетов и любых иных электронных устройств хранения и передачи информации.
- По истечении времени, отведенного на подготовку (60 минут), или досрочно, поступающий отвечает по билету членам экзаменационной комиссии.
- Члены комиссии оценивают ответы, выставляют итоговую оценку, которую оглашают после окончания экзамена.
- При наличии в билете задачи, поступающий обязан представить комиссии письменное решение с краткими комментариями.

4) Критерии качества и полноты ответов.

Оценка ответа поступающего производится по 100-балльной шкале. При оценке учитываются полнота и глубина ответа, понимание физической сущности явлений, владение математическим аппаратом и способность к научной коммуникации.

Критерии оценки:

- 80-100 баллов («Отлично»):
  - Дан исчерпывающий ответ на оба теоретических вопроса.
  - Продемонстрировано глубокое понимание физических процессов и принципов работы лазерных систем.
  - Правильно решена практическая задача (при наличии) с полным обоснованием хода решения.
  - Поступающий свободно ориентируется в смежных вопросах, отвечает на дополнительные вопросы, демонстрирует знание современной научной терминологии.
- 60-79 баллов («Хорошо»):
  - Раскрыто содержание теоретических вопросов, но допущены незначительные пробелы или неточности (например, в формулировке условий генерации или выводе формул).

- Задача решена, ход решения верный, но допущена вычислительная ошибка или недочет в размерности.
- Ответ на дополнительные вопросы уверенный, но требует наводящих уточнений.

- 40-59 баллов («Удовлетворительно»):
  - Содержание вопросов раскрыто не полностью; ответ носит поверхностный или реферативный характер.
  - Поступающий демонстрирует знание базовых определений, но затрудняется с анализом физических механизмов.
  - Задача решена частично, или в решении присутствуют грубые ошибки при верной начальной логике.
  - При ответе на дополнительные вопросы возникают существенные затруднения.
- Менее 40 баллов («Неудовлетворительно»):
  - Содержание вопросов не раскрыто.
  - Отсутствует понимание физических основ работы лазера.
  - Задача (при наличии) не решена или решена неверно при отсутствии понимания темы.
  - Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют или содержат грубые физические ошибки.
  - Отказ от ответа.

Минимальная сумма баллов – **40 баллов.**

2. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Для поступления в аспирантуру по специальности 1.3.19 «Лазерная физика» поступающий должен иметь знания по следующим дидактическим единицам:

Раздел 1. Физические основы работы лазеров

1. Принципы работы лазера: спонтанное и вынужденное излучение, инверсия населенностей, коэффициент усиления, роль оптического резонатора.
2. Условия генерации: пороговое условие, баланс усиления и потерь, частоты и типы колебаний в резонаторе.
3. Способы создания инверсии населенностей (накачка): оптическая, электрическая (газовый разряд, инжекция), химическая, газодинамическая.
4. Типы лазеров: твердотельные, газовые, полупроводниковые, волоконные. Принципиальные схемы и характерные параметры.
5. Спектры генерации лазеров. Одночастотная и многочастотная генерация. Уширение спектральных линий.

Раздел 2. Свойства лазерного излучения и оптика

1. Характеристики лазерного пучка: направленность, расходимость, фокусировка, параметр качества пучка (M^2).
2. Когерентность: временная и пространственная когерентность, связь со спектром и расходимостью.
3. Поляризация лазерного излучения. Элементы лазерной оптики: поляризаторы, фазовые пластинки, модуляторы.
4. Распространение лазерного излучения в средах. Поглощение, рассеяние, нелинейные эффекты (самофокусировка, генерация гармоник) .

Раздел 3. Элементы квантовой электроники

1. Взаимодействие излучения с веществом. Квантовые переходы.
2. Уравнения для населенностей и поля (укороченные уравнения).

3. Кинетика генерации. Режимы работы лазеров: непрерывный, модулированной добротности (гигантские импульсы), синхронизации мод (ультракороткие импульсы).

Раздел 4. Прикладная лазерная физика и технологии

1. Лазерная обработка материалов: резка, сварка, гравировка, абляция. Физические механизмы воздействия.
2. Лазеры в измерительной технике и локации (лидары). Принципы лазерной дальнометрии и доплеровской измерительной техники.
3. Волоконно-оптические системы и лазеры. Применение в связи и сенсорике.
4. Лазерная безопасность. Классификация лазеров, опасные факторы и меры защиты.

3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Борейшо, А.С. Лазеры: устройство и действие: учебное пособие для вузов / А.С. Борейшо, С.В. Ивакин. — 4-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 304 с.
2. Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника: учебное пособие для вузов / Г.Л. Киселев. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 316 с.
3. Шаховой, Р.А. Динамика полупроводниковых лазеров: учебное пособие для вузов / Р.А. Шаховой. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 404 с.
4. Борейшо, А.С. Лазеры: устройство и действие: учебное пособие / А.С. Борейшо, С.В. Ивакин. – 4-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 304 с. – ISBN 978-5-8114-8994-7.
5. Привалов, В.Е. Лазеры и экологический мониторинг атмосферы: учебное пособие / В.Е. Привалов, А.Э. Фотиади, В.Г. Шеманин. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 288 с.

6. Смирнов, А.П. Лазерная физика. Сборник задач / А.П. Смирнов, А.А. Шепеленко. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 156 с.
7. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учебное пособие / А.Н. Игнатов. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 596 с.
8. Звелто, О. Принципы лазеров / О. Звелто; перевод с английского. – 5-е изд. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 720 с. *(Классический переводной учебник, актуализированное издание)*.
9. Малышев, С.А. Основы волоконной оптики: учебное пособие / С.А. Малышев. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 208 с.
10. Дудкин, В.И. Квантовая и оптическая электроника: учебное пособие / В.И. Дудкин. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 192 с.

4. ПЕРЕЧЕНЬ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ

Раздел 1. Физические основы работы лазеров

1. Спонтанное и вынужденное излучение.
2. Инверсия населенностей. Условия ее создания и поддержания в активной среде.
3. Принцип работы оптического резонатора. Устойчивые и неустойчивые резонаторы.
4. Пороговые условия генерации. Баланс усиления и потерь в лазере.
5. Методы накачки лазерных сред: оптическая, электрическая, химическая. Сравнительный анализ.
6. Твердотельные лазеры: активные среды, схемы накачки, режимы генерации.
7. Газовые лазеры: принципы создания инверсии, основные типы (He-Ne, CO_2 -лазеры).
8. Полупроводниковые лазеры: принцип работы, гетероструктуры, инжекционная накачка.
9. Волоконные лазеры: особенности конструкции, преимущества и применения.
10. Форма и ширина спектральной линии лазерного излучения. Механизмы уширения.

Раздел 2. Свойства лазерного излучения и оптика

11. Направленность и расходимость лазерного пучка. Параметр качества пучка M^2.
12. Когерентность: временная и пространственная. Связь когерентности с монохроматичностью и расходимостью.
13. Поляризация излучения лазеров. Методы управления поляризацией.
14. Фокусировка лазерного излучения. Дифракционный предел.
15. Распространение лазерных пучков в линейных средах. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
16. Нелинейно-оптические эффекты: генерация второй гармоники, самофокусировка.

Раздел 3. Элементы квантовой электроники

17. Взаимодействие электромагнитного излучения с двухуровневой системой.
18. Кинетические уравнения для населенностей уровней и поля в резонаторе.
19. Режим свободной генерации (непрерывный и импульсный).
20. Режим модуляции добротности. Получение гигантских импульсов.
21. Режим синхронизации мод. Генерация ультракоротких импульсов.

Раздел 4. Прикладная лазерная физика и технологии

22. Физические основы лазерной обработки материалов: нагрев, плавление, испарение (абляция).
23. Технологические применения лазеров: резка, сварка, маркировка.
24. Принципы лазерной локации (лидары) и дальнометрии. Времяпролетные и фазовые методы.
25. Лазерная безопасность: классификация лазеров по степени опасности, средства и методы защиты.