Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра оптических информационных технологий

Паспорт
расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Физические основы лазерных технологий», 8 семестр

1. Методика оценки

Выполнение расчетно-графического задания (работы) (далее - РГЗ(Р)) является формой текущей аттестации (контроля) по дисциплине, предусмотренной учебным планом.

Цель РГЗ(Р): своение студентами методов расчёта и анализа основных параметров лазерных систем, включая определение энергетических, пространственных и спектральных характеристик лазерного излучения, моделирование оптических резонаторов, оценку влияния параметров активной среды и элементов схемы на выходные характеристики лазера, а также приобретение навыков применения полученных результатов для обоснования технических решений при проектировании лазерных приборов и комплексов в соответствии с требованиями профессиональных компетенций.

Обязательным элементом РГЗ(Р) являются решение задач.

Номер задания соответствует последней цифре (цифрам) в номере зачетной книжки (студенческого билета).

РГЗ(Р) выполняется индивидуально.

Количество заданий достаточно для обеспечения, каждого обучающегося индивидуальным заданием РГЗ(Р).

Замена задания РГЗ(Р) осуществляется по согласованию с преподавателем из числа резервных (не занятых) заданий.

Перед выполнением задания студент должен ознакомиться со списком рекомендованной литературы.

Преподаватель осуществляет руководство по выполнению задания, оказывает консультационную помощь и принимает отчет по РГЗ(Р).

По результатам выполнения РГЗ(Р) выполняется отчет, который состоит из следующих частей:

1. Титульный лист (см. ниже)
2. Задание 1 (по вариантам)
3. Задание 2 (по вариантам)
4. Задание 3 (по вариантам)
5. Список литературы и источников

Требования к оформлению:

Объем РГЗ(З) до 10 страниц машинописного текста формата А4. Шрифт Times New Roman, 12. Формулы набираются в редакторе Math Type. Размещение сканированных формул не допускается. Нумерация страниц сквозная, в нижней части листа по центру арабскими цифрами. Работа должна быть отредактирована, не содержать орфографических, синтаксических и стилевых ошибок.

Отчет в установленные сроки сдается на кафедру для проверки. Преподаватель оценивает качество работы, отмечает положительные стороны и недостатки работы и определяет, допускается ли она к защите. При необходимости преподаватель возвращает РГЗ(Р) студенту для доработки и устанавливает сроки повторного предоставления для

проверки. До защиты работы студентом должны быть сделаны необходимые исправления и дополнения по всем замечаниям преподавателя.

При положительном результате оценивания РГЗ(Р) студент её распечатывает, передает на кафедру и защищает до сессии в назначенное преподавателем время.

Защита РГЗ(Р) состоит в индивидуальном устном собеседовании студента с преподавателем. В процессе защиты выявляется уровень знаний студента, степень его самостоятельности при выполнении работы. По результатам защиты студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта.

2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Общие правила выставления оценок текущей аттестации определяются балльно-рейтинговой системой, установленной локальным актом НГТУ.

РГЗ(Р) считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно и в полном объеме; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и не возвращалась для доработки; даны полные и развернутые выводы и рекомендации; на защите студентом даны уверенные и аргументированные ответы. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на продвинутом уровне. Оценка составляет *от 20 до 18 баллов.*

РГЗ(Р) считается выполненной **на базовом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без существенных ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно, но есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и однократно возвращалась студенту для незначительной доработки; в заключении даны выводы и рекомендации; на защите студентом допущены непринципиальные ошибки. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 15 до 18 баллов.*

РГЗ(Р) считается выполненной **на пороговом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно, но с ошибками, часть из которых носит принципиальный характер; есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки; в заключении даны краткие выводы; защита РГЗ(Р) вызывает у студента серьезные затруднения. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 10 до 15 баллов.*

РГЗ(Р) считается **не выполненной** (ниже порогового уровня), если расчеты произведены с серьезными ошибками; есть замечания к полноте предоставления информации и оформлению; РГЗ(Р) была сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки, что не привело к улучшению ее качества; РГЗ(Р) не допущена до защиты, что свидетельствует о неудовлетворительном уровне достигнутых студентом результатов. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит множественные существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции не сформированы. Оценка составляет менее 10 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

РГЗ(Р) как форма текущей аттестации (контроля) по дисциплине (модулю) оставить нужное считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов по всем его заданиям составляет от 10 до 20 баллов включительно.

4. Примерный перечень заданий РГЗ(Р)

Раздел 1. Расчёт энергетических и пространственных параметров лазерного излучения

Вариант 1. Расчёт параметров фокусировки лазерного пучка

Для заданного лазера (известны длина волны λ, диаметр пучка D_0 на выходе, расходимость θ) рассчитать параметры сфокусированного пучка при использовании линзы с фокусным расстоянием f: диаметр фокального пятна d_0, глубину резкости и положение перетяжки. Оценить, как эти параметры зависят от расстояния между лазером и линзой. Построить график зависимости диаметра пятна от расстояния до линзы.

Вариант 2. Расчёт расходимости лазерного пучка и оптической системы

Определить требуемую расходимость лазерного излучения θ для получения на заданном расстоянии L пятна заданного диаметра D (например, на поверхности Луны или Фобоса). Предложить оптическую схему (телескопическую систему) для достижения требуемой расходимости, рассчитав её параметры (увеличение, фокусные расстояния линз).

Вариант 3. Сравнение пространственных параметров различных типов пучков

Рассчитать и сравнить пространственно-геометрические характеристики для четырёх типов пучков: одномодового (гауссова), многомодового, дифракционно-ограниченного и теоретического. Определить для каждого угол расходимости, размер фокального пятна и глубину резкости. Построить графики распределения интенсивности в поперечном сечении.

Раздел 2. Расчёт оптических резонаторов

Вариант 4. Расчёт параметров устойчивого резонатора

Для заданной активной среды и геометрии резонатора (известны база резонатора L и радиусы кривизны зеркал R_1 и R_2) определить устойчивость резонатора по критерию устойчивости. Рассчитать пространственные параметры генерируемого излучения в режиме основной поперечной моды TEM_{00}: радиусы кривизны волнового фронта на зеркалах, радиус пучка в перетяжке и на зеркалах, конфокальный параметр, угол расходимости в дальней зоне. Построить изменение радиуса пучка вдоль оси резонатора.

Вариант 5. Расчёт резонатора методом ABCD-матриц

Для заданной оптической схемы резонатора (содержащей, например, линзу между зеркалами) рассчитать матрицу передачи луча за один проход. Используя условие устойчивости и ABCD-метод, определить параметры гауссова пучка на выходе из резонатора. Проанализировать влияние положения линзы на параметры пучка.

Вариант 6. Расчёт селекции мод в резонаторе

Для заданного резонатора и активной среды рассчитать параметры селектора для выделения основной поперечной моды TEM_{00} с оценкой потерь для мод высших порядков. Рассчитать параметры селектора для выделения одной продольной моды в центре линии люминесценции активной среды. Определить, как изменится спектр генерации.

Раздел 3. Расчёт взаимодействия лазерного излучения с веществом

Вариант 7. Расчёт тепловых процессов при лазерной обработке

Для заданного материала (известны теплофизические свойства: плотность ρ, теплоёмкость c, теплопроводность k, температура плавления/испарения) рассчитать плотность мощности q и энергию E, необходимую для нагрева, плавления и испарения материала в пятне заданного диаметра. Оценить глубину прогрева материала за время импульса. Построить зависимость температуры поверхности от времени.

Вариант 8. Расчёт параметров лазерной резки или сверления

Для задачи прошивки отверстий в материале заданной толщины рассчитать необходимую энергию импульса лазера E и выбрать фокусное расстояние объектива f, обеспечивающее требуемую плотность мощности. Оценить время обработки одного отверстия. Предложить оптическую схему для фокусировки излучения на поверхности детали.

Вариант 9. Расчёт ослабления лазерного излучения в среде

Для заданной среды (например, биоткани или атмосферы) с известным коэффициентом полного ослабления μt рассчитать, на какую глубину проникает излучение с различными длинами волн. Используя закон Бугера-Ламберта-Бера, построить зависимости интенсивности от глубины для нескольких длин волн. Определить глубину поглощения и выбрать длину волны, оптимальную для заданной задачи (например, медицинской процедуры).

Раздел 4. Расчёт оптических систем и схем

Вариант 10. Расчёт оптической системы фокусирующего канала

Для заданного лазера (известны λ, диаметр пучка, расходимость) рассчитать оптическую систему, обеспечивающую фокусировку излучения в пятно заданного диаметра на заданном расстоянии (например, в вакуумированной кювете). Определить параметры фокусирующей оптики (фокусное расстояние, положение). Рассчитать геометрическую глубину резкости фокусирующей системы.

Вариант 11. Расчёт оптической схемы лазерной технологической установки

Разработать оптическую схему лазерной установки для заданного технологического процесса (обработка отверстий, сварка, маркировка и т.д.). Провести расчёт оптического тракта: выбрать тип и параметры резонатора, рассчитать параметры выходного пучка, спроектировать фокусирующую систему. Выполнить оптическую схему в соответствии с требованиями.

Раздел 5. Комплексные и исследовательские задания

Вариант 12. Полный расчёт лазерной системы

Выполнить сквозной расчёт лазерной системы по индивидуальному заданию (задаётся комбинацией параметров: тип активной среды, геометрия резонатора, требуемые выходные характеристики). Работа включает:

Вывод основных формул лазерной оптики (по указанию преподавателя).

Расчёт параметров активной среды.

Расчёт резонатора и параметров выходного пучка.

Расчёт тепловых линз, наведённых в активном элементе.

Расчёт фокусирующей системы.

Построение оптической схемы.

Вариант 13. Сравнительный анализ лазерных источников для конкретного применения

Выбрать тип лазера (твердотельный, газовый, полупроводниковый) для заданной задачи (например, лазерная обработка материалов, медицинское применение, измерительная система). Провести сравнительный расчёт их основных характеристик (длина волны, мощность, КПД, расходимость, режим работы). Обосновать выбор оптимального источника с точки зрения энергетических и пространственных параметров.