

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан физического факультета
С.Н. Филимонов

Оценочные материалы по дисциплине

Лазеры и лазерные технологии

по направлению подготовки

03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки :
Фундаментальная и прикладная физика

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магистр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
О.Н. Чайковская

Председатель УМК
О.М. Сюсина

Томск – 2025

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.1. Знает основные стратегии исследований в выбранной области физики, критерии эффективности, ограничения применимости.

ИПК-1.2. Умеет выделять и систематизировать основные цели исследований в выбранной области физики, извлекать информацию из различных источников, включая периодическую печать и электронные коммуникации, представлять её в понятном виде и эффективно использовать.

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- контроль посещаемости лекций;
- контроль посещаемости лабораторных работ;
- проверка знаний при допуске к выполнению лабораторных работ по вопросам в методических указаниях и собеседованию по методике проведения эксперимента в работе (ИПК-1.1);
- проверка выполненных лабораторных работ по предоставленным студентами отчетам (ИПК-1.1, ИПК-1.2).

Критерии оценивания:

Текущий контроль по дисциплине проводится с применением балльно-рейтинговой системы, включающей контроль посещаемости лекций и лабораторных занятий, составление и сдачу отчетов по лабораторным работам и фиксируется в форме баллов (нарастающим итогом): посещаемость – максимальный балл 10, выполнение лабораторных работ – максимальный балл 40.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Экзамен проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух основных вопросов и третьего, дополнительного вопроса, который преподаватель задает по результатам выполнения учащимся лабораторных работ из списка вопросов к лабораторным работам. На основные вопросы учащийся дает развернутый ответ, на дополнительный – краткий. Продолжительность экзамена 2,5 часа.

На промежуточную аттестацию планируется не более 50 % рейтинга.

Итоговая оценка по дисциплине складывается из суммы баллов, полученных по итогам текущего контроля и промежуточной аттестации. При этом невыполненные лабораторные работы являются основанием для недопуска студента к зачету.

Результаты дифференцированного зачета определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка определяется исходя из результатов дифференцированного зачета и текущей аттестации в течение семестра и согласуется с принятым соответствием с 5-ти балльной шкалой оценивания: 99-86 – «отлично»; 85-66 – «хорошо»; 65-45 – «удовлетворительно», менее 45 – «неудовлетворительно».

Основные вопросы проверяют ИПК-1.1 и ИПК-1.2., дополнительный – ИПК-1.2.

Примерный перечень теоретических вопросов:

Вопрос 1. Лазеры в экологии. Флуоресцентные и абсорбционные лидары. Сравнение лидарных методов.

Вопрос 2. Физиологические эффекты при взаимодействии лазерного излучения с биологическими тканями. Фотохимическое воздействие излучения.

Дополнительный вопрос.

Вопрос 1. Почему кривая наработки наночастиц от времени при лазерной абляции в жидкости насыщается?

Оценка «отлично», с учетом промежуточной успеваемости, выставляется, если даны правильные развернутые ответы на все теоретические вопросы по билету, а также даны правильные ответы на дополнительный вопрос. При этом все лабораторные работы выполнены правильно.

Оценка «хорошо», с учетом промежуточной успеваемости, выставляется, если даны неполные правильные ответы на теоретические вопросы по билету, а также даны правильные ответы на дополнительный вопрос. При этом все лабораторные работы выполнены правильно.

Оценка «удовлетворительно», с учетом промежуточной успеваемости, выставляется, если даны неполные правильные ответы на один из двух теоретических вопросов, но при этом даны правильные ответы на дополнительный вопрос. При этом все лабораторные работы выполнены.

Оценка «неудовлетворительно», с учетом промежуточной успеваемости, выставляется, если даны неправильные ответы на два теоретических вопроса билета, отсутствуют ответы на дополнительный вопрос. При этом все лабораторные работы выполнены.

Перечень вопросов, выносимых на экзамен:

1. Свойства лазерного излучения, важные для практического применения. Отличие лазерных технологий от оптических.

2. Эксплуатация и обслуживание лазеров. Экономическая эффективность. Обслуживание

3. Ресурс работы лазеров. Разрушение лазерных компонентов.

4. Физические принципы лазерных методов измерений. Интерференционные методы: интерферометр Майкельсона, метод биений, эффект Доплера

5. Интерферометрическое измерение расстояний. Примеры установок, погрешность измерений, области применения.

6. Измерение расстояний: телеметрия с модуляцией пучка, импульсные измерители расстояний.

7. Измерение линейной и угловой скорости.

8. Бесконтактные профилометры. Измерение размеров частиц.

9. Лазеры в экологии. Преимущества лазерного зондирования. Лидары, работающие на рассеянии (Ми, Релеевское, КР)

10. Лазеры в экологии. Флуоресцентные и абсорбционные лидары. Сравнение лидарных методов.

11. Ионизационный лидар, лазерная топографическая съемка, автомобильные лидары

12. Лазерная спектроскопия, разновидности лазерной спектроскопии, преимущества и недостатки.

13. Лазерная спектроскопия с временным разрешением. Метод флеш-фотолиза.

14. Лазерная спектроскопия с временным разрешением. Метод накачка-зонд.

15. Лазеры в химии. Селективное возбуждение химических реакций. Лазерный термоядерный синтез.

16. Лазеры в химии. Лазерное разделение изотопов.

17. Лазерная обработка материалов. Взаимодействие мощного излучения с веществом. Лазерная сварка.

18. Лазерная обработка материалов. Испарение материала. Лазерная резка и пробивка отверстий.
19. Лазерная обработка материалов. Обзор методов. Преимущества и недостатки лазерной обработки материалов.
20. Другие применения, связанные с удалением материалов мощным лазерным излучением. Лазерная чистка. Лазерная фотолитография. Лазерная абляция в газе и жидкости для масс-спектрометрии, получения тонких пленок и наночастиц.
21. Лазерная голография. Основы лазерной голографии, типы голограмм, практические аспекты. Голографическая интерферометрия, другие применения лазерной голографии.
22. Лазеры в информационных технологиях. Оптические диски: виды, технология записи и считывания информации. Лазерная обработка информации.
23. Лазеры в информационных технологиях. Волоконно-оптические линии связей.
24. Основные направления лазерной медицины. Медицинские лазеры.
25. Физиологические эффекты при взаимодействии лазерного излучения с биологическими тканями. Оптические свойства ткани.
26. Физиологические эффекты при взаимодействии лазерного излучения с биологическими тканями. Теплофизические свойства ткани.
27. Физиологические эффекты при взаимодействии лазерного излучения с биологическими тканями. Реакция биологической ткани на температуру.
28. Физиологические эффекты при взаимодействии лазерного излучения с биологическими тканями. Фотохимическое воздействие излучения.
29. Физиологические эффекты при взаимодействии лазерного излучения с биологическими тканями. Биостимуляция, нелинейные процессы, абляция, многофотонное поглощение.
30. Лазерная медицина. Терапия низкоинтенсивным излучением.
31. Лазерная медицина. Лазерная диагностика. Абсорбционные, калориметрические методы и методы, основанные на рассеянии.
32. Лазерная медицина. Лазерная диагностика. Флуоресцентные методы.
33. Лазерная хирургия. Общие сведения. Кожная и полостная хирургия.
34. Лазерная хирургия. Офтальмология.
35. Лазеры в военной технике.
36. Лазерное охлаждение.
37. Лазерные стандарты частоты (времени).

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Проверка остаточных знаний, полученных при освоении лекционной части курса, осуществляется при подготовке к лабораторным работам путем ответа на контрольные вопросы в методических указаниях к лабораторным работам, и составлении отчета по выполненным работам при обработке, интерпретации и объяснении полученных результатов.

Примеры контрольных вопросов к лабораторной работе:

Лабораторная работа № 1 Лазерное сверление (пробивка) отверстий.

1. На чем основан механизм пробивки отверстий в мишени при помощи мощного лазерного излучения?
2. Перечислите основные преимущества и недостатки лазерных методов обработки материалов.
3. Какова должна быть оптимальная длительность импульса для наиболее эффективной пробивки отверстий и почему?

4. Почему существует предельная глубина пробивки отверстий, чем она определяется?

5. Почему для пробивки отверстий не используют непрерывное лазерное излучение высокой мощности?

6. В чем преимущества фемтосекундного лазерного излучения при использовании его для пробивки отверстий?

7. Чем ограничена толщина удаляемого за импульс материала мишени, почему, начиная с некоторой предельной величины, дальнейшее увеличение плотности мощности лазерного излучения не приводит к увеличению количества удаляемого материала?

8. Почему юстировку экспериментальной установки рекомендуется проводить в режиме свободной генерации?

Лабораторная работа № 2 Измерение спектров нестационарного поглощения органических молекул методом накачка-зонд.

1. Что такое одноцветный и цветной эксперимент в методе накачка-зонд?

2. В чем принципиальное отличие метода накачка-зонд от метода флеш-фотолиза?

3. Расскажите методику приготовления флуоресцентного зонда. Объясните, почему приготовление зонда начинается с самого длинноволнового красителя?

4. Чем определяется минимальное временное разрешение в методе накачка-зонд?

5. Почему в методе накачка-зонд при наносекундном возбуждении не применяется генерация суперконтинуума («Белый свет»)?

6. Приведите примеры короткоживущих нестационарных состояний (пико-, наносекунды) и долгоживущих (микросекунды и больше).

7. Для чего в эксперименте по измерению нестационарного дифференциального поглощения регистрируется спектр флуоресценции исследуемого красителя?

8. В каком случае дифференциальный спектр нестационарного поглощения совпадает со спектром нестационарного поглощения какого-либо продукта или промежуточного состояния?

9. Объясните принцип действия установки для исследования нестационарного поглощения методом накачка-зонд с флуоресцентным зондом.

Лабораторная работа № 3 Синтез коллоидных плазмонных наночастиц методом импульсной лазерной абляции.

1. Что такое лазерная абляция?

2. Каковы преимущества и недостатки лазерной абляции объемных материалов в жидкости, как метода синтеза наночастиц?

3. Что такое плазмонное поглощение металлов, как оно проявляется в спектрах поглощения наночастиц золота? Можно ли судить по пику плазмонного поглощения о размерных характеристиках и форме наночастиц металлов?

4. Как пик плазмонного поглощения влияет на процесс синтеза наночастиц металлов методом лазерной абляции объемных материалов в жидкости?

5. Какие отличительные характеристики лазерного излучения важны для процесса синтеза наночастиц методом лазерной абляции объемных материалов в жидкости?

6. Каким образом можно управлять размерными характеристиками получаемых наночастиц при лазерной абляции объемных материалов в жидкости?

7. Какие квантово-размерные эффекты для наночастиц металлов вы знаете? Какова их физическая природа?

8. Какие факторы ограничивают концентрацию наночастиц в коллоидном растворе при их синтезе методом лазерной абляции объемных материалов в жидкости?

9. Каким образом и почему растворитель может влиять на химический состав наночастиц при их синтезе методом лазерной абляции объемных материалов в жидкости?

10. Какие факторы повышенной опасности присутствуют в работе?

11. Какие еще применения имеет лазерная абляция объемных материалов?

Лабораторная работа № 4 Определение элементного состава мишени методом спектроскопии лазерно-индуцированной плазмы.

1. На каком физическом явлении основан метод измерения диаметра малых объектов?
2. Напишите и поясните формулу для расчета диаметра проволоки из дифракционных измерений.
3. Каковы требования к параметрам лазерного излучения для дифракционных измерений?
4. Чем ограничены минимальный и максимальный диаметр измеряемого объекта при дифракционных измерениях?
5. Как зависит точность измерения от скорости движения проволоки?
6. Укажите преимущества и недостатки дифракционного метода измерения диаметра проволоки? Какие еще измерения можно проводить, используя явление дифракции света?

Лабораторная работа № 5 измерение диаметра проволоки (нитей) малого диаметра дифракционным методом.

1. На каком физическом явлении основан метод измерения диаметра малых объектов?
2. Напишите и поясните формулу для расчета диаметра проволоки из дифракционных измерений.
3. Каковы требования к параметрам лазерного излучения для дифракционных измерений?
4. Чем ограничены минимальный и максимальный диаметр измеряемого объекта при дифракционных измерениях?
5. Как зависит точность измерения от скорости движения проволоки?
6. Укажите преимущества и недостатки дифракционного метода измерения диаметра проволоки? Какие еще измерения можно проводить, используя явление дифракции света?

Информация о разработчиках

Светличный Валерий Анатольевич, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра оптики и спектроскопии физического факультета ТГУ, доцент.