

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА И НАНОСИСТЕМ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**АВТОМАТИЧЕСКАЯ РЕГИСТРАЦИЯ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ ФИЗИЧЕСКОГО
ЭКСПЕРИМЕНТА**

Направление подготовки
(специальность)

- [1] 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии
- [2] 03.03.01 Прикладные математика и физика
- [3] 16.03.02 Высокотехнологические плазменные и энергетические установки
- [4] 12.03.01 Приборостроение
- [5] 16.03.01 Техническая физика
- [6] 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика

| Семестр | Трудоемкость, кред. | Общий объем курса, час. | Лекции, час. | Практич. занятия, час. | Лаборат. работы, час. | В форме практической подготовки/ В СРС, час. | КСР, час. | Форма(ы) контроля, экз./зач./КСР/КП |
|---------|---------------------|-------------------------|--------------|------------------------|-----------------------|--|-----------|-------------------------------------|
| 4 | 1 | 36 | 0 | 30 | 0 | 6 | 0 | 3 |
| Итого | 1 | 36 | 0 | 30 | 0 | 6 | 0 | |

АННОТАЦИЯ

В курсе изучаются методы, а также программные и аппаратные средства проектирования, реализации и проведения современного эксперимента в физике твердого тела. Рассматриваются различные типы датчиков, их использование в физическом эксперименте в области конденсированного состояния вещества. Рассматриваются также особенности реализации измерительной системы с использованием современных приборов и средств автоматизации эксперимента. Курс знакомит с современными средствами измерения физических величин и программными возможностями сбора и обработки данных в твердотельном эксперименте. Особое внимание уделено корректности постановки эксперимента, его реализации и обработки полученных результатов. Отдельно обсуждаются методы и средства реализации системы для проведения эксперимента в режиме удаленного доступа с использованием современных интернет технологий.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель данного курса – Показать методы измерения различных физических величин и параметров на примере экспериментальных исследований в области физики твердого тела и наносистем. Дать ориентацию в физических явлениях физики конденсированного состояния вещества и технике постановки, проведения и анализа эксперимента.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина логически и содержательно-методически связана со следующими дисциплинами: избранные главы общей физики, физика твердого тела, фазовые переходы в конденсированных средах, современные проблемы в физике твердого тела, низкотемпературная техника в физическом эксперименте, экспериментальные методы физики сверхпроводимости, экспериментальные методы физики наноструктур, электроника, электротехника.

В курсе изучаются методы, а также программные и аппаратные средства проектирования, реализации и проведения современного эксперимента в физике твердого тела. Рассматриваются различные типы датчиков, их использование в физическом эксперименте в области конденсированного состояния вещества. Рассматриваются также особенности реализации измерительной системы с использованием современных приборов и средств автоматизации эксперимента. Курс знакомит с современными средствами измерения физических величин и программными возможностями сбора и обработки данных в твердотельном эксперименте. Особое внимание уделено корректности постановки эксперимента, его реализации и обработки полученных результатов. Отдельно обсуждаются методы и средства реализации системы для проведения эксперимента в режиме удаленного доступа с использованием современных интернет технологий.

Овладение данной дисциплиной необходимо выпускникам для следующих областей профессиональной деятельности по исследованию и разработке:

экспериментальных установок и измерительных систем в области физики конденсированного состояния вещества;

методов проведения и автоматизации современного эксперимента;

методов повышения безопасности и надежности установок;

методов корректной обработки данных эксперимента;

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--|--|
| УК-2 [1, 2, 3, 4, 5, 6] – Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | 3-УК-2 [1, 2, 3, 4, 5, 6] – Знать: виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность У-УК-2 [1, 2, 3, 4, 5, 6] – Уметь: проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности В-УК-2 [1, 2, 3, 4, 5, 6] – Владеть: методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта, навыками работы с нормативно-правовой документацией |
| УК-6 [1, 2, 3, 4, 5, 6] – Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни | 3-УК-6 [1, 2, 3, 4, 5, 6] – Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни У-УК-6 [1, 2, 3, 4, 5, 6] – Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения В-УК-6 [1, 2, 3, 4, 5, 6] – Владеть: методами управления собственным временем; технологиями приобретения, использования и обновления социо-культурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни |

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели воспитания | Задачи воспитания (код) | Воспитательный потенциал дисциплин |
|-----------------------------|--|---|
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17) | 1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение |

| | | |
|-----------------------------|--|--|
| | | <p>лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p> |
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18) | Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий. |
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, | 1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», |

| | | |
|------------------------------------|--|--|
| | <p>критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)</p> | <p>«Научный семинар» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий. |
| <p>Профессиональное воспитание</p> | <p>Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20)</p> | <p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и</p> |

| | | |
|------------------------------------|--|---|
| | | <p>практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p> |
| <p>Профессиональное воспитание</p> | <p>Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (В21)</p> | <p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических</p> |

| | | |
|------------------------------------|---|--|
| | | <p>задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p> |
| <p>Профессиональное воспитание</p> | <p>Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)</p> | <p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными</p> |

и эмоциональными свойствами членов проектной группы.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины | Недели | Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час. | Обязат. текущий контроль (форма*, неделя) | Максимальный балл за раздел** | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Индикаторы освоения компетенции |
|-------|---|--------|---|---|-------------------------------|-------------------------------------|---|
| | <i>4 Семестр</i> | | | | | | |
| 1 | Часть 1 | 1-8 | 0/15/0 | | 25 | КИ-8 | 3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6 |
| 2 | Часть 2 | 9-15 | 0/15/0 | | 25 | КИ-15 | 3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6 |
| | <i>Итого за 4 Семестр</i> | | 0/30/0 | | 50 | | |
| | Контрольные мероприятия за 4 Семестр | | | | 50 | 3 | 3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2, 3-УК-6, |

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------|
| | | | | | | | У- УК-6, В- УК-6 |
|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------|

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

| Обозначение | Полное наименование |
|-------------|---------------------|
| КИ | Контроль по итогам |
| З | Зачет |

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Неделя | Темы занятий / Содержание | Лек., час. | Пр./сем., час. | Лаб., час. |
|------------|---|------------------------|----------------|------------|
| | <i>4 Семестр</i> | 0 | 30 | 0 |
| 1-8 | Часть 1 | 0 | 15 | 0 |
| 1 | Тема 1 Принципы проектирования экспериментальной установки и организации современного эксперимента. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 0 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 2 | Тема 2 Основы проектирования экспериментальной измерительной системы. Техника измерения основных параметров: температура, магнитное поле, интервал времени, давление, перемещение, положение. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 0 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 3 | Тема 3 Датчики различных физических величин, типы. Физические явления, заложенные в основу датчиков, используемых в области физики твердого тела. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 0 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 4 | Тема 4 Принципиальные схемы подключения датчиков. Современные измерительные приборы: мультиметр, осциллограф, фазочувствительный усилитель и измеритель напряжения, измеритель-регулятор температуры. Настройка приборов для различных измерений. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 0 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 5 | Тема 5 Интерфейсы управления измерительными приборами и сбор данных, особенности твердотельного эксперимента. Организация распределенной измерительной сети. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 0 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 6 | Тема 6 Промышленные стандарты оборудования. Протоколы обмена данными. Особенности использования различных операционных систем (Windows, Linux) для автоматизации эксперимента. | Всего аудиторных часов | | |
| | | 0 | 2 | 0 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 7 - 8 | Тема 7 | Всего аудиторных часов | | |

| | | | | |
|--------|---|------------------------|----|---|
| | Принципы автоматизации эксперимента в графической среде разработки LabView. | 0 | 3 | 0 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |
| 9-15 | Часть 2 | 0 | 15 | 0 |
| 9 - 15 | Практическая часть Отладка программ и сдача заданий | Всего аудиторных часов | | |
| | | 0 | 15 | 0 |
| | | Онлайн | | |
| | | 0 | 0 | 0 |

Сокращенные наименования онлайн опций:

| Обозначение | Полное наименование |
|-------------|----------------------------------|
| ЭК | Электронный курс |
| ПМ | Полнотекстовый материал |
| ПЛ | Полнотекстовые лекции |
| ВМ | Видео-материалы |
| АМ | Аудио-материалы |
| Прз | Презентации |
| Т | Тесты |
| ЭСМ | Электронные справочные материалы |
| ИС | Интерактивный сайт |

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторные занятия и самостоятельная работа студентов, заключающаяся в изучении материала, повторении ранее пройденных тем, подготовке к занятиям. Рекомендуется посещение студентами научных семинаров и конференций, в том числе, проводимых в НИЯУ МИФИ, а также в других московских университетах и институтах.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

| Компетенция | Индикаторы освоения | Аттестационное мероприятие (КП 1) |
|-------------|---------------------|-----------------------------------|
| УК-2 | З-УК-2 | З, КИ-8, КИ-15 |
| | У-УК-2 | З, КИ-8, КИ-15 |
| | В-УК-2 | З, КИ-8, КИ-15 |
| УК-6 | З-УК-6 | З, КИ-8, КИ-15 |
| | У-УК-6 | З, КИ-8, КИ-15 |
| | В-УК-6 | З, КИ-8, КИ-15 |

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| Сумма баллов | Оценка по 4-ех балльной шкале | Оценка ECTS | Требования к уровню освоению учебной дисциплины |
|--------------|----------------------------------|-------------|---|
| 90-100 | 5 – <i>«отлично»</i> | A | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы. |
| 85-89 | 4 – <i>«хорошо»</i> | B | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос. |
| 75-84 | | C | |
| 70-74 | | D | |
| 65-69 | 3 – <i>«удовлетворительно»</i> | E | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала. |
| 60-64 | | | |
| Ниже 60 | 2 – <i>«неудовлетворительно»</i> | F | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Т 80 LabVIEW для всех : , Москва: ДМК Пресс, 2011

2. ЭИ Б 28 LabVIEW: практикум по электронике и микропроцессорной технике : учебное пособие для вузов, Москва: ДМК Пресс, 2010
3. ЭИ Б 71 LabVIEW: стиль программирования : , Москва: ДМК Пресс, 2010
4. ЭИ З-92 Датчики: измерение перемещений, деформаций и усилий : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2022
5. ЭИ К 61 Основы импульсной и цифровой техники : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2021
6. ЭИ С 14 Средства автоматического контроля технологических параметров : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022
7. 004 С32 Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов, Санкт-Петербург: БХВ - Петербург, 2011
8. ЭИ С 14 Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2022
9. 621.37 Г44 Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов, В. Г. Гетманов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.3 А 64 Аналого-цифровые устройства : Учебно-методическое пособие, Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2019
2. ЭИ Ш15 Микроконтроллеры и их применение в электронной аппаратуре : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
3. 681.5 Т58 Микроэлектронные измерительные преобразователи : учебное пособие для вузов, Москва: Бинوم. Лаборатория знаний, 2017
4. 621.3 Д 24 Оконные функции для гармонического анализа сигналов : , Москва: Техносфера, 2014
5. ЭИ Д 66 Сенсорная электроника, датчики: твердотельные сенсорные структуры на кремнии : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2020
6. ЭИ А 64 Сопряжение ПК с внешними устройствами : учебное пособие, Москва: ДМК Пресс, 2008
7. ЭИ У59 Универсальный лабораторный стенд. Инструментальные средства проектирования и отладки : учебное пособие, , Москва: МИФИ, 2009
8. 51 К67 Справочник по математике для научных работников и инженеров : Определения. Теоремы. Формулы, Г. Корн, Т. Корн, СПб и др.: Лань, 2003
9. 621.39 Р25 Цифровые измерения. АЦП/ЦАП : , Т. С. Ратхор, Москва: Техносфера, 2006

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. Программный пакет LabView (7a-4)

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Данный курс опирается на знания в нескольких областях: общая физика (опыт проведения экспериментальных исследований, полученный на лабораторных работах), электротехника и электроника (электрические цепи, законы Кирхгофа, понятия источников тока и напряжения), а также информатика и программирование (способность сформулировать и обосновать алгоритм необходимой программы). В случае возникновения затруднений следует обращаться к конспектам и учебникам по соответствующим дисциплинам, а также к источникам в сети "интернет".

Для знакомства с успехами современного физического исследования рекомендуется посещение студентами научных семинаров и конференций, проводимых в НИЯУ МИФИ и других московских университетах и институтах, а также обращать внимание на описания эксперимента в статьях по теме своей НИР.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Данный курс опирается на знания в нескольких областях: общая физика (опыт проведения экспериментальных исследований, полученный на лабораторных работах), электротехника и электроника (электрические цепи, законы Кирхгофа, понятия источников тока и напряжения), а также информатика и программирование (способность сформулировать и обосновать алгоритм необходимой программы).

В случае возникновения затруднений следует давать необходимые комментарии и подбирать подходящие дополнительные информационные источники - учебники, справочники, примеры в сети "интернет" и т.д.

Особое внимание следует уделять корректности постановки эксперимента, его реализации и обработки полученных результатов.=

Автор(ы):

Покровский Сергей Владимирович