

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе



А.Л. Толстик

10.06.2016

Регистрационный № УД-2099/уч.

МЕТОДЫ ФОТОМЕТРИИ И СПЕКТРОМЕТРИИ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 04 08 Компьютерная физика**

Минск 2016 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 04 07-2013; учебного плана УВО № G31-144/уч.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.В. Сикорский — доцент кафедры физической информатики и атомно-молекулярной физики Белорусского государственного университета, кандидат физико–математических наук, доцент;

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой физической информатики и атомно-молекулярной физики физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 13 от 23 мая 2016 г.);

Советом физического факультета (протокол № 9 от 30 мая 2016 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа дисциплины «Методы фотометрии и спектрометрии» разработана для специальности 1-31 04 08 Компьютерная физика, специализации «Физическая информатика». Настоящая программа является оригинальной и разработана на основе рабочего учебного плана № G31-144/уч. с учетом соответствующих требований образовательного стандарта РБ ОСВО 1-31 04 08-2013 к квалификации выпускника-специалиста «Физик. Программист».

Основные задачи изучения дисциплины - ознакомление с методами проведения спектрометрических и фотометрических исследований, закрепление теоретических знаний и приобретение навыков экспериментальных исследований в результате выполнения студентами лабораторных работ по специализации «Физическая информатика».

Цикл лабораторных работ предполагает знание студентами физических основ оптики и атомной физики, дисциплины «Оптическая фотометрия и спектрометрия». В методических указаниях к лабораторным работам кратко излагаются основные методы изучения спектрального распределения мощности оптического излучения, обсуждаются принципы реализации классических спектральных приборов, их основные характеристики. Рассматриваются методики практической фотометрии, методы измерений оптических параметров конденсированных сред, вопросы применения компьютерных систем для управления спектральными приборами.

Программа лабораторных работ согласована с другими дисциплинами специализации, курс лекций является неотъемлемой частью общего плана специализации «Физическая информатика». Дисциплина закладывает основные знания, навыки и умения, которыми должны владеть студенты для проведения физического эксперимента и анализа его результатов.

Цель дисциплины «Методы фотометрии и спектрометрии»: изучение студентами теоретических основ измерения параметров непрерывных оптических сигналов и наиболее широко применяющихся методов их практической реализации; приобретение навыков работы с приборами и аппаратурой для измерения спектральных и фотометрических характеристик излучения; создание базы для последующего изучения и понимания методов исследования взаимодействия оптического излучения с веществом.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

знать:

- основы практической фотометрии;
- основные методы получения информации о спектрально-энергетическом составе оптического излучения;

уметь:

- использовать основные положения теоретической фотометрии для решения практических задач;
- применять знания теоретических и экспериментальных основ спектрометрии в задачах исследования спектрально-энергетических

характеристик излучения и физических объектов;

–работать самостоятельно со сложным научным измерительным оборудованием, повышая свою квалификацию и применяя современные технические и компьютерные средства и технологии;

владеть:

–основными методами поиска, систематизации и анализа информации в области спектрометрии и фотометрии различных объектов;

–методами планирования и реализации корректных измерений оптического излучения, а также оптических характеристик тел и сред с учетом функциональных возможностей современного физического оборудования;

–навыками системного и сравнительного анализа, оценки корректности оптических измерений, междисциплинарного подхода при решении задач.

В результате изучения дисциплины студент должен сформировать компетенции:

–уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;

–владеть системным и сравнительным анализом;

–владеть исследовательскими навыками;

–уметь работать самостоятельно;

–иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;

–иметь лингвистические навыки (устная и письменная коммуникация);

–обладать качествами гражданственности;

–быть способным к социальному взаимодействию;

–обладать способностью к межличностным коммуникациям;

–владеть навыками здорового образа жизни;

–применять знания теоретических и экспериментальных основ физики и математики, методов измерения физических величин, методов планирования, организации и ведения научно-производственной, научно-педагогической, производственно-технической, опытно-конструкторской работы, средств автоматизации, правового обеспечения хозяйственной деятельности и налоговой системы, государственного регулирования экономики и экономической политики;

–пользоваться глобальными информационными ресурсами, новой научной, технической и патентной литературой по физике, математике, информатике, экономике и инновационным технологиям, основами психолого-педагогических знаний, навыками самообразования и самосовершенствования;

–применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-технической и научно-педагогической работы;

–использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационно-образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов;

–пользоваться государственными языками Республики Беларусь и иными иностранными языками как средством делового общения;

–реализовывать методы защиты производственного персонала и населения в условиях возникновения аварий, катастроф, стихийных бедствий и обеспечения радиационной безопасности при осуществлении научной, производственной и педагогической деятельности;

–осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям;

–определять цели инноваций и способы их достижения;

–применять методы анализа и внедрения инноваций в научно-производственной, научно-педагогической и научно-технической деятельности.

Общее количество часов – 150 (4 зачетные единицы) из них лабораторные занятия - 80 аудиторных часов. Занятия проводятся на 4-м курсе в 7-м семестре. Форма получения высшего образования — очная, дневная. Форма текущей аттестации по учебной дисциплине — зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. **Введение.** Цель и задачи дисциплины. Особенности выполнения измерений с применением фотоэлектронных умножителей, соблюдение правил безопасности при работе с источниками оптического излучения.

2. Измерение фотометрических характеристик излучения и тел.

Излучение тел. Световой и энергетический потоки. Фотометрические характеристики излучения. Фотометрические характеристики, регистрируемые глазом. Единицы измерения фотометрических величин. Правило квадратов расстояний и правило косинусов.

Устройство и принцип работы фотометра фотоэлектрического постоянного излучения ФПЧ. Устройство и принцип работы измерителя мощности оптического излучения «Кварц 01». Методы и правила проведения измерений на оптической скамье.

Методики измерений яркости протяженных излучателей, освещенности, относительных измерений.

Экспериментальное определение яркости и освещенности, измерение коэффициентов яркости, экспериментальная проверка законов фотометрии:

- измерения яркости произвольных источников;
- измерения яркости диффузных излучателей;
- измерения освещенности от различных источников;
- определение коэффициента яркости отражающих поверхностей;
- определение силы света лампы накаливания и проверка законов фотометрии для точечных источников;
- относительные измерения освещенности яркометром.

3. Спектральная и энергетическая градуировка комплекса спектрального вычислительного универсального КСВУ-12.

Основные спектральные характеристики монохроматоров с плоской отражательной решеткой. Светосила и относительная спектральная чувствительность спектрометра с дифракционной решеткой.

Устройство, оптическая схема и принцип работы КСВУ с монохроматором МДР-12. Особенности интерфейса управления монохроматором. Правила измерений с фотоумножителем. Принцип работы и методика применения источников излучения: - лампы ДРШ-250; - лампы ТРШ-2850.

Методики спектральной и энергетической градуировки КСВУ.

Экспериментальная градуировка ширины раскрытия щелей монохроматора с использованием источника ДРШ-250. Калибровка спектральной чувствительности по спектру ДРШ-250. Регистрация относительного распределения интенсивности линий излучения в спектре лампы ДРШ-250.

Экспериментальная градуировка спектрально-энергетической чувствительности КСВУ-12 по излучению калиброванной лампы накаливания

ТРШ-2850. Определение скорректированного распределения интенсивности линий в измеренном спектре лампы ДРШ-250.

4. Исследование аппаратной функции и дисперсии призмного спектрометра на базе ИСП-51.

Устройство, оптическая схема и принцип работы спектрометра с призмным монохроматором ИСП-51 и приставкой ФЭП-1. Особенности управления монохроматором. Правила работы с высоковольтным источником питания и измерений с фотоумножителем. Методика применения источников излучения: - лампы ДРШ-250; - газоразрядных безэлектродных ламп ВСБ.

Методики определения аппаратной функции, разрешающей способности и дисперсии спектрометра.

Измерение полуширины аппаратной функции по желтому дублету Na. Исследование влияния ширины щелей на аппаратную функцию спектрометра по синему дублету Rb. Исследование влияния ширины щелей на разрешающую способность спектрометра по синему дублету K. Оценка дисперсии спектрометра по экспериментальным данным.

5. Определение аппаратной функции и поляризующей способности спектрометра с дифракционной решеткой.

Основные спектральные характеристики монохроматоров с вогнутой отражательной решеткой. Аппаратная функция и поляризующая способность спектрометра с дифракционной решеткой.

Устройство, оптическая схема и принцип работы спектрометра на базе монохроматора МСД-1 с дифракционной решеткой. Особенности управления монохроматором. Правила работы с источником питания лампы КГМ и измерений с фотоэлементом. Методика применения источников излучения: - лампы КГМ 12; - гелий-неонового лазера ЛГН-208. Работа с цифровым вольтметром В7-22 и двухкоординатным самописцем ПСД.

Методики определения аппаратной функции и поляризующей способности спектрометра на базе монохроматора МСД-1.

Экспериментальная градуировка ширины раскрытия щелей монохроматора и исследование аппаратной функции спектрометра с использованием источника монохроматического излучения – He-Ne лазера.

Исследование поляризующей способности спектрометра с использованием поляризационного фильтра и источника сплошного спектра лампы КГМ12.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	практические занятия	семинарские занятия	лабораторные занятия	Иное		
1.	Введение				8			Устный опрос
2.	Измерение фотометрических характеристик излучения и тел.				16			Письменный отчет, устный опрос
3.	Спектральная энергетическая градуировка комплекса спектрального вычислительного универсального КСВУ-12. и				16			Письменный отчет, устный опрос
4.	Исследование аппаратной функции и дисперсии призмного спектрометра на базе ИСП-51.				24			Письменный отчет, устный опрос
5.	Определение аппаратной функции и поляризующей способности спектрометра дифракционной решеткой. с				16			Письменный отчет, устный опрос
	Всего часов				80			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература

Основная

1. Сикорский В.В., Стельмах Г.Ф. Методы спектрометрии и фотометрии. – Мн.: БГУ, 2014. – 99 с.
2. Лебедева В.В. Экспериментальная оптика: Оптические материалы. Источники, приемники, фильтрация оптического излучения. Спектральные приборы. Лазеры, лазерная спектроскопия. – М.: Изд. МГУ, 1994 – 363 с.
3. Эпштейн М.И. Измерения оптического излучения в электронике. – М.: Энергоатомиздат, 1990 – 254 с.
4. Гуревич М.М. Фотометрия (теория, методы и приборы). – Л.: Энергоатомиздат, 1983 – 272 с.
5. Малышев В.И. Введение в экспериментальную спектроскопию. – М.: Наука, 1979 – 480 с.

Дополнительная

1. Тарасов К.И. Спектральные приборы. – Л.: Машиностроение, 1968 – 388 с.
2. Сапожников Р.А. Теоретическая фотометрия. – М.: Энергия, 1977 – 264 с.
3. Жевандров Н.Д. Применение поляризованного света. – М.: Наука, 1978 – 176 с.

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Устный опрос.
2. Письменный отчет по результатам выполнения работы.
3. Устный зачет.

Примерный перечень мероприятий для контроля качества усвоения знаний по учебной дисциплине *Рекомендуемые темы для устного опроса*

1. Фотометрические величины, их физический смысл, единицы измерения. Связь светового и энергетического потоков.
2. Основные методы регистрации излучения. Методики измерений яркости и освещенности.
3. Принципиальная схема и устройство классического спектрального прибора (СП).
4. Аппаратная функция и предел разрешения СП.
5. Спектроскопические характеристики классического СП.

6. Разрешающая способность и дисперсия призмного спектрального прибора.
7. Аппаратная функция дифракционной решетки, ее физический смысл
8. Спектроскопические характеристики дифракционной решетки.
9. Методы определения аппаратной функции СП.
10. Поляризующее действие монохроматора, методы его определения.
11. Отличия спектров, полученных с помощью призмных и дифракционных СП.
12. Основные понятия матричной оптики. Методы определения параметров Стокса и элементов матрицы Мюллера.
13. Влияние ширины щелей на аппаратную функцию монохроматора.

Рекомендации по контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Для текущего контроля качества усвоения студентами знаний по дисциплине рекомендуется использовать устные опросы по теории и методике измерений, письменный отчет по результатам выполнения работы, устную защиту результатов работы.

Защита лабораторных работ проводится в форме индивидуальных собеседований с обсуждением полученных результатов, оформленных протоколов по работам, ответов по теоретическим и методическим вопросам. Оценка письменных отчетов и устных ответов проводится по десятибалльной шкале.

Критерии оценивания письменных отчетов включают учет качества:

- оформления (от 2 баллов – за аккуратное, в соответствии с требованиями; до 0 - при отсутствии необходимые пояснений, рисунков, формул, неаккуратное);
- содержания (от 3 баллов – за отлично сформулированные заключения по результатам; до 1 – за формальные оценку результатов и выводы).

Устные ответы и защита отчетов оцениваются по следующим критериям:

- отличные ответы, полностью раскрывающие суть вопроса – 5 баллов;
- аргументированные разъяснения, достаточно полные ответы – 4 балла;
- частичные ответы по теме, неуверенные объяснения – 3-4 балла;
- отсутствие ответа или ответы не по теме - 0 баллов.

По результатам устных ответов и защиты отчета полученная сумма баллов образует текущую отметку по каждой работе T_i . По результатам текущего контроля формируется итоговая отметка T , которая рассчитывается по формуле: $T = \sum T_i / 4$. К текущей аттестации допускаются студенты, выполнившие все работы и получившие отметку T не ниже 4 баллов.

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме устного зачета. По согласованию с преподавателем во время зачета студенту разрешается использовать справочные и учебные издания. Студенты, получившие отметку T от 7 до 10 баллов, освобождаются от сдачи зачета.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Информационные системы и технологии	Кафедра физической информатики и атомно-молекулярной физики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте протокол № 13 от 23.05.2016
Прикладные статистические методы обработки экспериментальных данных	Кафедра физической информатики и атомно-молекулярной физики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте протокол № 13 от 23.05.2016
Методы фотометрии и спектрометрии	Кафедра физической информатики и атомно-молекулярной физики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте протокол № 13 от 23.05.2016
Физические основы дистанционного зондирования	Кафедра физической информатики и атомно-молекулярной физики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте протокол № 13 от 23.05.2016

