

Белорусский государственный университет

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе и  
образовательным инновациям



О.И. Чуприс

(подпись)

16.07.2018

(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 5708 /уч.

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ФИЗИКИ (факультатив)**

Учебная программа для специальностей

1-31 04 06 Ядерные физика и технологии;

1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий;

1-31 04 08 Компьютерная физика;

1-31 4 01 Физика (по направлениям) направления специальности

1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность)

Минск 2018 г.

Учебная программа составлена на основе Образовательных стандартов ОСВО 1-31 04 01-2013, ОСВО 1-31 04 06-2013, ОСВО 1-31 04 07-2013, ОСВО 1-31 04 08-2013 учебных планов № G31-214/уч., G31и-215/у., G31-218/уч., №G31и-219/уч., № G31-216/уч., №G31и-217/уч. от 20.02.2018 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Е.С. Воропай – профессор кафедры лазерной физики и спектроскопии Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой лазерной физики и спектроскопии физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 18 от 22 июня 2018 г.);

Советом физического факультета (протокол № 12 от 28 июня 2018 г.).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа факультативной дисциплины «**Актуальные вопросы физики**» разработана для специальностей 1-31 04 06 Ядерная физика и технологии; 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий; 1-31 04 08 Компьютерная физика; 1-31 4 01 Физика (по направлениям) направления специальности 1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность).

**Целью** дисциплины является ознакомление студентов с основными перспективными направлениями, которые развиваются на кафедре и в БГУ, а также в других учреждениях и организациях для которых кафедрой готовятся специалисты по вышеназванным специализациям. **Основная задача** учебной дисциплины – сформировать у студентов представление о перспективах развития отечественной физики. Современные направления, которые в настоящее время интенсивно развиваются на кафедре, являются результатом развития спектрально-оптических направлений, которые были начаты в пятидесятых годах прошлого столетия. Эти же направления получили развитие и в других учреждениях и организациях в значительной мере усилиями специалистов, подготовленных на кафедре. Одним из таких первых направлений, которые начали развиваться на кафедре, была классическая эмиссионная спектроскопия, востребованная запросами промышленности. В настоящее время, благодаря использованию лазеров в качестве источников возбуждения и многоканальных детекторов для регистрации спектров, возможности атомно-эмиссионной многоканальной спектрометрии для обеспечения количественного и качественного анализа материалов и изделий существенно расширились

Сразу же после появления лазеров на кафедре и затем в других учреждениях и организациях начали активно развиваться лазерно-оптические исследования. Лазерные источники позволили обеспечить напряженность поля световой волны, на несколько порядков превышающую напряженность внутриатомного поля. Такие высокоинтенсивные поля обеспечивают проявление принципиально новых нелинейных процессов взаимодействия света с веществом, которые в настоящее время активно исследуются. Очень большое развитие получила голография, основоположником которой явился Габор, но основное ее становление которой связано с появлением лазерных источников и методов записи Лейта-Упатниекса и Денисюка.

Следует отметить, что лазеры развивались очень интенсивно. Появлялись различные типы как по виду активной среды (рубиновый, неодимовый, гелий-неоновый, на центрах окраски и др.) так и способу накачки (газодинамические, эксимерные, химические, полупроводниковые, рентгеновские лазеры, на свободных электронах), а также по методам управления параметрами лазеров. Широкий спектр лазерных источников с разнообразными параметрами обусловил возможность применения лазеров и использование лазерного излучения в науке, технике, производстве, военном деле, информационных системах, технологиях и медицине. Следует отметить, что многие из областей науки и техники сегодня трудно представить без использования лазерной тех-

ники, в связи с чем и объемы производства лазеров для многих отраслей (информационные системы, технологии, лазерная медицина) непрерывно растут.

Новые возможности и новые направления с появлением лазеров появились и у классической молекулярной спектроскопии. Возникла и активно развивается лазерная спектроскопия и некоторые отдельные ее направления: спектроскопия гигантского комбинационного рассеяния, изучение сверхбыстрых процессов, спектроскопия одиночных молекул, двухфотонная спектроскопия.

Обязательным условием успешности развития всех названных направлений является наличие создания и наличие соответствующей аппаратной базы. В дисциплине рассмотрены вопросы создания спектральных и лазерно-оптических приборов и тенденции развития.

Программа дисциплины основывается на знаниях и представлениях, полученных при изучении дисциплин «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Основы радиоэлектроники».

Сведения, приобретенные в ходе изучения дисциплины, важны для более глубокого и качественного усвоения дисциплины «Физика лазеров», «Введение в физику лазеров», «Нелинейная оптика».

*В результате изучения дисциплины студент должен:*

**знать:**

– основные этапы развития оптики, лазерной физики, оптоэлектроники и спектроскопии;

**уметь:**

– сформулировать основные физические принципы лазерной физики, спектроскопии, лазерной медицины и лазерных технологий.

**владеть:**

– информацией о современном состоянии исследований в оптике, лазерной физике, оптоэлектронике и спектроскопии на кафедре лазерной физики и научных учреждениях Республики Беларусь.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

**Академические компетенции:**

– Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

– Владеть системным и сравнительным анализом.

– Владеть исследовательскими навыками.

– Уметь работать самостоятельно.

– Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).

– Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

– Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

– Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

– Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

**Социально-личностные компетенции:**

- Быть способным к социальному взаимодействию.
- Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).

- Уметь работать в команде.

**Профессиональные компетенции:**

- Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики и математики, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента.

- Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру.

- Проводить планирование и реализацию физического эксперимента используя квантово-механические методы.

- Пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, научно-технической и патентной литературой.

- Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования.

- Применять знания физических основ современных технологий, методы внедрения инноваций в научно-производственной, научно-педагогической и научно-технической деятельности.

Дисциплина «Актуальные вопросы физики» относится к факультативным дисциплинам.

Программа курса составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта. Общее количество часов – 14; аудиторное количество часов — 14, из них: лекции — 14. Форма получения высшего образования – очная, дневная. Занятия проводятся на 2-ом курсе в 4-ом семестре.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

- 1. Оптические исследования на кафедре лазерной физики и спектроскопии и в Республике Беларусь.** История развития оптических исследований на кафедре и в БГУ. Основные организации и учреждения республики, занимающиеся исследованиями и развитием оптических приборов и технологий.
- 2. Современное состояние эмиссионной спектроскопии. Новые возможности анализа на основе ЛАЭМС.** Физические основы атомно-эмиссионной спектроскопии. Источники возбуждения спектров: дуга, высоковольтная искра, лазерные импульсы. Лазерная атомно-эмиссионная спектроскопия биологических объектов, предметов искусства, артефактов, промышленных изделий.
- 3. Лазеры. История развития в мире, Республике Беларусь и на кафедре лазерной физики и спектроскопии.** История создания лазеров. Принцип работы лазера и свойства лазерного излучения. Типы лазеров и их применения. Понятие нелинейной среды и механизмы нелинейности. Нелинейно-оптические явления (генерация гармоник, параметрическое смещение частот, самофокусировка). Лазерные исследования в республике и на кафедре.
- 4. Новые тенденции в развитии лазерной техники и рентгеновские лазеры.** DPSS лазеры. Лазеры на парах щелочных металлов. Зависимость времени жизни возбужденного состояния от частоты. Порог генерации рентгеновских лазеров. Рентгеновские лазеры на неоноводобных и никелеподобных ионах.
- 5. Основные этапы и направления развития голографии.** История развития и становления голографии. Основные схемы записи: Габора, Лейта-Упатниекса, Денисюка. Виды голограмм по спектральному составу изображений: монохроматические, ахроматические, цветные, радужные голограммы. Голографическая интерферометрия. Голографическая пространственная фильтрация.
- 6. Современное состояние молекулярного анализа. Лазерная спектроскопия: новые возможности.** Основные направления лазерной спектроскопии: спектроскопия гигантского комбинационного рассеяния, изучение сверхбыстрых процессов, спектроскопия одиночных молекул, двухфотонная спектроскопия с пространственным разрешением, выход за дифракционный предел в оптической микроскопии.
- 7. Спектральные приборы. Лазерно-оптические приборы.** Основные типы современных спектральных приборов. Фурье-спектроскопия. Изображающие спектрометры динамического и статического типа. Тенденции развития лазерно-оптического приборостроения.
- 8. Применения лазеров в технике и технологиях и медицине.** Физические основы и возможности использования лазеров в информационных системах, технологиях. Применение лазеров в медицине: лазерная хирургия, низкоинтенсивная лазерная терапия. Лазеры в офтальмологии, фотодинамическая лазерная терапия.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	9	
1	Оптические исследования на кафедре лазерной физики и в Республике Беларусь	2					Устный опрос	
2	Современное состояния эмиссионной спектроскопии. Новые возможности анализа на основе ЛАЭМС.	2					Устный опрос	
3	Лазеры. История развития в мире, Республике Беларусь и на кафедре лазерной физики и спектроскопии. Нелинейная оптика. Материалы, явления, устройства. Новые тенденции в развитии лазерной техники и рентгеновские лазеры.	2					Устный опрос	
4	Основные этапы и направления развития голографии	2					Устный опрос	
5	Современное состояние молекулярного анализа. Лазерная спектроскопия: новые возможности	2					Устный опрос	
6	Спектральные приборы. Лазерно-оптические приборы. Тенденции развития	2					Устный опрос	
7	Физические основы и возможности применения лазеров в технике и технологиях и медицине.	2					Устный опрос	
	<b>Всего</b>	14						

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Перечень основной литературы

1. Е.С.Воропай, И.М.Гулис, А.И.Комяк, А.Л.Толстик, А.В.Чалей. Спектроскопия и лазерная физика в БГУ. Кафедре лазерной физики и спектроскопии 60 лет. Минск: БГУ. 2013. – 231 с.
2. А.Л.Толстик, И.Н.Агишев, Е.А.Мельникова. Лазерная физика. Лабораторный практикум. Мн.: БГУ, 2006 – 91 с.
3. Л.С.Гайда, А.Л.Толстик, В.В.Могильный, Е.А.Мельникова, Д.В.Гузатов, А.Ч.Свистун. Лабораторный практикум по когерентной оптике и голографии. Гродно: ГрГУ. 2013. – 90 с.
4. А.Л.Толстик Многоволновые взаимодействия в растворах сложных органических соединений. Мн.: БГУ. – 2002.
5. И.М.Гулис. Лазерная спектроскопия. Мн.: БГУ. – 2002.
6. І.В. Сташкевіч. Фізіка лазерау. Мінск. БДУ.-2006,
7. А.И. Комяк. Молекулярная спектроскопия. Минск, БГУ, 2005
8. И.М. Гулис, А.И. Комяк. Люминесценция. Минск, БГУ, 2009
9. Спектральные приборы для аналитических применений. Перспективные разработки / Под редакцией Е.С.Воропая .- Мн.:БГУ, 2005.- 196 с.
10. Лазерная физика и оптические технологии: сборник тезисов IX межд. научной конференции 30 мая – 2 июня 2012, Гродно. Изд.: Институт физики НАН Беларуси. – 304 с.

### Перечень дополнительной литературы

1. Р. Кольер, К. Беркхард, Л.Лин Оптическая голография. М., Мир; 1973
2. Л.М. Сороко. Основы когерентной оптики и голографии. М. Наука 1971
3. Ю. Айхлер, Г.И. Айхлер. Лазеры. Исполнение, управление, применение. Москва: Техносфера. 2012. - 496с.
4. Е.Д. Вакс, М.Н. Миленский, Л.Г. Сапрыкин. Практика прецизионной лазерной обработки. Москва: Техносфера. 2013. - 696с.
5. Медэлектроника – 2014. Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии: сборник научных статей VIII Междунар. науч.-тех. конф. (Минск, 10-11 декабря 2014 г.) - Минск: БГУИР, 2014. 424 с.
6. Р. Элтон. Рентгеновские лазеры /А. В. Виноградов. — М.: Мир, 1994.



## **Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности**

### 1. Устный опрос

#### **Темы для устного опроса:**

1. Лазерная атомно-эмиссионная спектроскопия биологических объектов, предметов искусства, артефактов, промышленных изделий.
2. История создания лазеров.
3. Принцип работы лазера и свойства лазерного излучения.
4. Типы лазеров и их применения.
5. DPSS лазеры.
6. Лазеры на парах щелочных металлов.
7. Основные этапы и направления развития голографии.
8. История развития и становления голографии.
9. Виды голограмм по спектральному составу изображений: монохроматические, ахроматические, цветные, радужные голограммы.
10. Лазерная спектроскопия: новые возможности.
11. Лазерно-оптические приборы.
12. Тенденции развития лазерно-оптического приборостроения.
13. Применения лазеров в технике и технологиях.
14. Применение лазеров в медицине: лазерная хирургия, низкоинтенсивная лазерная терапия.
15. Лазеры в офтальмологии, фотодинамическая лазерная терапия.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название Кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Физика лазеров	Кафедра лазерной физики и спектроскопии	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол № 18 от 22 июня 2018 г)
Введение в физику лазеров	Кафедра лазерной физики и спектроскопии	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол № 18 от 22 июня 2018 г)
Нелинейная оптика	Кафедра лазерной физики и спектроскопии	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол № 18 от 22 июня 2018 г)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
на \_\_\_\_/\_\_\_\_ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.)

Заведующий кафедрой  
лазерной физики и спектроскопии  
д.ф.-м.н., профессор

\_\_\_\_\_ А.Л. Толстик

УТВЕРЖДАЮ  
Декан физического факультета  
д.ф.-м.н., профессор

\_\_\_\_\_ В.М. Анищик