



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИТЭ

\_\_\_\_\_ С.О. Гапоненко

«27» февраля 2024 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.22 Направления развития технической физики

(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)

---

г. Казань, 2024

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч. степень, уч. звание	ФИО разработчика
АТПП	доцент, к.т.н., доцент	Попкова О.С.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	Автоматизация технологических процессов и производств	19.02.2024	11	_____ Зав. каф. АТПП, д.т.н., доцент Дмитриев А.В.
Согласована	Автоматизация технологических процессов и производств	19.02.2024	11	_____ Зав. каф. АТПП, д.т.н., доцент Дмитриев А.В.
Согласована	Учебно-методический совет института Теплоэнергетики	27.02.2024	5	_____ Директор ИТЭ, к.т.н., доцент Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет института	27.02.2024	6	_____ Директор ИТЭ, к.т.н., доцент Гапоненко С.О.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)

Целью освоения дисциплины Направления развития технической физики является выработка умений самостоятельно разбираться и непредвзято ориентироваться в передовых идеях и самых последних достижениях современной теоретической и экспериментальной физики; формирование у студентов представлений об основных понятиях и фундаментальных концепциях наиболее активно развивающихся и многообещающих областей технической физики, расширение научного кругозора начинающих исследователей.

Задачами дисциплины являются: углубленное изучение математического аппарата физики и физических явлений, выработка навыков и умений в решении физических проблем.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ОПК-2 Способность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности	ОПК-2.1 Способен применять методы анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
ПК-1 Способность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности	ПК-1.1 Обладает навыками поиска и изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в избранной области технической физики

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Физика, Химия, Высшая математика.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. учебная, производственная и преддипломная практики.

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
			3		
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	2	72	72		
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	22	22		
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,44	16	16		
Лекции	0,22	8	8		
Практические (семинарские) занятия	0,22	8	8		
Лабораторные работы	0	0	0		
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	1,6	56	56		

Проработка учебного материала	1,6	56	56		
Курсовой проект	0	0	0		
Курсовая работа	0	0	0		
Подготовка к промежуточной аттестации	0	0	0		
Промежуточная аттестация:			3		
			-		

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1 Предмет и структура современной физики	36	4	0	4	28	ТК1	ОПК-2.1, ПК-1.1 3,У,В
Раздел 2 Направления развития технической физики	36	4	0	4	28	ТК2	ОПК-2.1, ПК-1.1 3,У,В
Зачет	0				0	<b>ОМ 1</b>	ОПК-2.1, ПК-1.1 3,У,В
<b>Итого за 3 семестр</b>	<b>72</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>114</b>		
<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>114</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Предмет и структура современной физики.

Тема 1.1. Основные этапы развития физики.

Тема 1.2. Фундаментальные теории физики.

Тема 1.3. Современная экспериментальная физика.

Раздел 2. Направления развития технической физики.

Тема 2.1. Нарушение симметрии электрослабого взаимодействия, кризис спина протона, квантовая хромодинамика в непертурбативном режиме, гипотетические частицы.

Тема 2.2. Современные проблемы физики сверхсильных световых полей, актуальные проблемы оптики и лазерной физики, фундаментальные проблемы взаимодействия излучения с веществом.

### 3.4. Тематический план практических занятий

Занятие 1 Связь физики с другими науками: физика и информатика, физика и биология, физика и медицина, физика и техника.

Занятие 2. Происхождение, строение и эволюция околоземного пространства Вселенной, природа темной материи и темной энергии,

исследование экзопланет.

Занятие 3. Фазовые переходы и спонтанное нарушение симметрии, фрактальные системы в природе и их необычные физические свойства, нанофизика и квантовый транспорт.

Занятие 4. Генерация высоких оптических гармоник и суперконтинуума, поглощение и релаксация энергии лазерного излучения в полупроводниках и металлах, парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена, квантовая криптография

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

### 3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

## 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
ОПК-2 ПК-1	ОПК-2.1, ПК-1.1	знать:				
		знать базовые понятия об объектах изучения, методы исследования, современные концепции, достижения и ограничения естественных наук	знает базовые понятия об объектах изучения, методы исследования, современные концепции, достижения и, достиген	знает базовые понятия об объектах изучения, методы исследования, современные концепции, достижения и, достиген	плохо знает базовые понятия об объектах изучения, методы исследования, современные концепции и,	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.

			ия и ограничен ия естествен ных наук без ошибок	ия и ограничен ия естествен ных наук, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	достижен ия и ограничен ия естествен ных наук		
уметь:							
			уметь применять естественнонаучные знания в учебной и профессиональной деятельности	демонстрирует умение применять естественнонаучные знания в учебной и профессиональной деятельности, не допускает ошибок	демонстрирует умение применять естественнонаучные знания в учебной и профессиональной деятельности, допускает при этом ряд небольших ошибок	в целом демонстрирует умение применять естественнонаучные знания в учебной и профессиональной деятельности. Задания выполнены не в полном объеме.	при решении типовых задач не демонстрирует сформированное умение применять естественнонаучные знания в учебной и профессиональной деятельности, допускает грубые ошибки
владеть:							
			владеть навыками структурирования естественнонаучной информации	продемонстрированы навыки структурирования естественнонаучной информации, без ошибок и недочетов	продемонстрированы базовые навыки структурирования естественнонаучной информации, допущен	имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач, много ошибок	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки

				ряд мелких ошибок		
--	--	--	--	-------------------------	--	--

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **5.1.1. Основная литература**

1. Тепловые процессы в наноструктурах : учебное пособие / А. С. Дмитриев. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - 303 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011973.html>. - ISBN 978-5-383-01197-3. - Текст : электронный.
2. Александров, Б. Л. Роль фотонов в физических и химических явлениях : учебное пособие для вузов / Б. Л. Александров, М. Б. Родченко, А. Б. Александров. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 404 с. — ISBN 978-5-507-50045-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/409457> (дата обращения: 26.11.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **5.1.2.Дополнительная литература**

1. Теплотехника : учебник для вузов / под ред. А. М. Архарова, В. Н. Афанасьева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 712 с. : ил. - ISBN 5-7038-2439-7. - Текст : непосредственный.
2. Теплотехника : учебник для вузов / В.Л.Ерофеев, П.Д.Семенов, А.С.Пряхин. - М. : Академкнига, 2008. - 488 с. : ил. - ISBN 978-5-94628-331-1. - Текст : непосредственный.
3. Круглов, Г. А. Теплотехника / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 208 с. — ISBN 978-5-507-45269-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/263066>.

### **5.2. Информационное обеспечение**

#### **5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы**

<https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=2592>

## 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

2. Справочно-правовая система КонсультантПлюс – <http://www.consultant.ru/>

3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>

4. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

5. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>

6. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

7. Электронная библиотека Grebennikon - <http://www.lib.tsu.ru/ru/news/elektronnayabiblioteka-grebennikon-0>

## 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

1. Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player;

2. Google Chrome; Mozilla Firefox ESR;

3. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;

4. Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic.

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

## 7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов



Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www//kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

**Б1.О.22 Направления развития технической физики**  
*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

---

Направление подготовки

16.03.01 Техническая физика

*(Код и наименование направления подготовки)*

Квалификация

Бакалавр

*(Бакалавр / Магистр)*

Оценочные материалы по дисциплине, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

### 1. Технологическая карта

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
<b>Раздел 1 «Предмет и структура современной физики»</b>	<b>ТК1</b>	<b>40</b>	<b>0-10</b>					<b>20-50</b>	
Реферат		20							
Отчет по самостоятельной работе		20							
<b>Раздел 2. «Направление развития технической физики»</b>	<b>ТК2</b>			<b>40</b>	<b>0-10</b>			<b>20-50</b>	
Реферат				20					
Отчет по самостоятельной работе				20					

### 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
ОПК-2 ПК-1	ОПК-2.1, ПК-1.1	знать: базовые понятия об объектах изучения,	знает базовые понятия об	знает базовые понятия об	плохо знает базовые понятия	уровень знаний ниже минимал

		методы исследования, современные концепции, достижения и ограничения естественных наук	объектах изучения, методы исследования, современные концепции, достижения и ограничения естественных наук без ошибок	объектах изучения, методы исследования, современные концепции, достижения и ограничения естественных наук, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	об объектах изучения, методы исследования, современные концепции, достижения и ограничения естественных наук	ьного требования, допускает грубые ошибки.
		уметь:				
		уметь применять естественнонаучные знания в учебной и профессиональной деятельности	демонстрирует умение применять естественные знания в учебной и профессиональной деятельности, не допускает ошибок	демонстрирует умение применять естественные знания в учебной и профессиональной деятельности, допускает при этом ряд небольших ошибок	в целом демонстрирует умение применять естественные знания в учебной и профессиональной деятельности. Задания выполнены не в полном объеме.	при решении типовых задач не демонстрирует сформированное умение применять естественные знания в учебной и профессиональной деятельности, допускает грубые ошибки
		владеть:				
		владеть навыками структурирова	продемонстрированы	продемонстрированы	имеется минимальный	не продемонстрированы

		ния естественнонау чной информации	навыки структури рова ния естествен нонау чной информац ии, без ошибок и недочетов	базовые навыки структури рова ния естествен нонау чной информац ии, допущен ряд мелких ошибок	набор навыков для решения стандартн ых задач, много ошибок	ованы базовые навыки, допущен ы грубые ошибки
--	--	---	---	---	---	--

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Реферат (Рфр)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной темы	Темы рефератов

### 4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

*Пример задания*

**Для текущего контроля**

#### **Темы рефератов**

1. Связь физики с другими науками и техникой.
2. Квантовый компьютер.
3. Высокотемпературная сверхпроводимость.
4. Темная материя (скрытая масса) и темная энергия
5. Физический вакуум.
6. Вселенная, Галактика, Солнечная система, планеты - основные гипотезы происхождения и эволюции.
7. Методы исследования космического излучения.
8. Природа первичного космического излучения.
9. Межпланетное магнитное поле.



10. Фотонные кристаллы и метаматериалы.
11. Топологические изоляторы.
12. Полупроводниковые и графеновые двумерные электронные системы.
13. Стандартная космологическая модель Большого Взрыва.
14. Нейтринная астрономия.
15. Оптические бистабильные и мультистабильные системы.
16. Перепутанные состояния света.
17. Оптическое моделирование нейронных сетей.
18. Оптические логические элементы.