

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Проректор по учебной работе и
довузовской подготовке**

А.А. Воронов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Физические основы наукоемких технологий
по направлению:	Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки:	Технологическое лидерство
	Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра общей физики
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

1 (осенний) - Дифференцированный зачет

2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 90 всего, в том числе:

лекции: 90 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 90 час.

Всего часов: 180, всего зач. ед.: 4

Количество контрольных работ, заданий: 4

Программу составили:

А.Б. Струминский, д-р физ.-мат. наук, доцент

Г.И. Лапушкин, канд. физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры общей физики 12.05.2020

Аннотация

В курсе рассмотрено использование физических методов и физических законов в современных технологиях. Рассмотрены фундаментальные прорывные открытия и разработки, заметно меняющие современные технологии - нанотрубки, графен, технологии атомно-слоевого осаждения, СТМ, АСМ и СБОМ – микроскопия, датчики СКВИД, метод МРТ. Большое внимание уделено физическим принципам, лежащим в основе современной энергетики. Подробно рассмотрены способы вывода в космос спутников, различные виды орбит и основные виды ракетных двигателей.

В процессе усвоения материала курса студенты вспоминают все семестры курса общей физики, используя ранее полученные знания. Курс способствует развитию познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей, самостоятельности в приобретении новых знаний.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

сформировать целостное представление о физических основах наукоемких технологий, показать тесную взаимозависимость фундаментальных физических задач, технических достижений и методов обработки информации.

Задачи дисциплины

- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей, самостоятельности в приобретении новых знаний.
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения практических задач
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.2 Способен прогнозировать результат деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата. Формирует план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области информатики и вычислительной техники	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания и новые научные принципы и методы исследований в области информатики и вычислительной техники
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области информатики и вычислительной техники	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания и новые научные принципы и методы исследований в области информатики и вычислительной техники
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области математики, естественных наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов

ПК-2 Понимает и способен применить в научно-исследовательской и прикладной деятельности основные законы естествознания, современный математический аппарат и алгоритмы, современные информационно-коммуникационные технологии	ПК-2.2 Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности
---	--

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☐ фундаментальные законы и понятия физики, а также границы их применимости
- ☐ области практического применения законов физики в наукоемких технологиях
- ☐ масштабы используемых в современных технологиях физических величин (энергия, мощность, линейные размеры, скорости)
- ☐ физические основы источников энергии и мощности потоков энергии различных видов, используемых в современных технологиях
- ☐ способы взаимной конверсии различных видов энергии, основные параметры и особенности таких процессов
- ☐ основные способы измерения физических величин, применимые в современных наукоемких технологиях

уметь:

- ☐ соотносить существующую техническую проблему с физическими основами процессов
- ☐ подбирать физическую теорию, соответствующую масштабам и прочим параметрам технического процесса
- ☐ выбирать основные способы регистрации и измерения физических величин, актуальных для выбранного технологического процесса
- ☐ применять различные математические инструменты решения задач, исходя из сформулированных физических законов; проводить необходимые аналитические и численные расчёты.

владеть:

- ☐ анализом физических и технических процессов, выделяя существенные и несущественные аспекты явления; на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- ☐ основными методами решения физических задач, сочетающих различные разделы физики.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	СТМ, АСМ - сканирующая туннельная микроскопия и атомно-силовая микроскопия. СБОМ - микроскопия. Нанообработка материалов.	6			6
2	Графен, фуллерены, нанотрубки. Датчик СКВИД.	3			3

3	Основы субмикронных технологий. Технологии атомно-слоевого осаждения – АСО (ALD): Свойства синхротронного излучения. EUV – литография. Пучковые технологии Marper. Метод МРТ.	6			6
4	Полимеры.	3			3
5	Солнечная энергетика.	9			9
6	Получение и использование тепловой энергии, солнечное тепло. Экология горения.	6			6
7	Ветрогенерация. Сверхпроводимость в энергетике.	3			3
8	Общие физические принципы современной генерации. Детандер - генератор.	6			6
9	Газовые турбины. Степень двухконтурности авиационного двигателя. Парогазовый цикл как основа современной тепловой генерации.	3			3
10	Органический цикл Ренкина для использования низкопотенциального тепла. Цикл Стирлинга, термоакустическая генерация.	3			3
11	Эффект Зеебека, эффект Пельтье. Термогенерация.	3			3
12	Накопители энергии. Топливные элементы. Основные свойства водорода. Использование аккумуляторов на автомобилях и в авиации.	3			3
13	Принцип термоядерного синтеза, ТОКАМАК, ИТЭР. Ядерная реакция распада. Свойства нейтрона. Реакторы ВВЭР и РБМК. Разделение изотопов.	6			6
14	Ракетные двигатели – ЖРД, РДТТ. Физические принципы работы ракетных двигателей.	3			3
15	Авиационные двигатели для сверхзвуковых и гиперзвуковых скоростей (ПВРД и ГПВРД). Электрические ракетные двигатели.	3			3
16	Лазерный пробой атмосферы (лазерная искра). Передача энергии лазерным лучом. Использование лазерного луча для удаленного спектрального анализа. Виды теплозащиты.	6			6
17	Примеры некоторых практически важных космических аппаратов. История создания, параметры.	3			3
18	Физика космического полета. Виды околоземных орбит. Системы GLONASS, GPS.	3			3
19	Устройство атмосферы Земли. Магнитосфера Земли, радиационные пояса. Влияние ионосферы на распространение радиоволн. Станция МКС.	6			6

20	Основные положения магнитной гидродинамики. Электромагнитные насосы, МГД – генераторы, МГДУ – двигатели. Методы бесконтактного управления обтеканием плазменного потока. Рельсотрон.	3			3
21	Жидкие кристаллы, принцип работы ЖК-дисплея. Принцип масс-спектрометрии, виды масс-спектрометров. Хроматография. Хромато-масс-спектрометр.	3			3
Итого часов		90			90
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		180 час., 4 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

1. СТМ, АСМ - сканирующая туннельная микроскопия и атомно-силовая микроскопия. СБОМ - микроскопия. Нанообработка материалов.

Сегнетоэлектричество. Пьезоэффект. Принципы шумоподавления в прецизионных приборах. Пьезогенерация электроэнергии. Квантовый туннельный эффект. СТМ и АСМ - сканирующая туннельная микроскопия и атомно-силовая микроскопия. Современный наносинтез. СБОМ - микроскопия. Нанообработка материалов - литография, гравировка, наночеканка.

2. Графен, фуллерены, нанотрубки. Датчик СКВИД.

Графен, фуллерены, нанотрубки, фуллериты. Структура, свойства. Методы получения. Химическое воздействие на отдельные молекулы методами АСМ. Принцип работы датчика СКВИД.

3. Основы субмикронных технологий. Технологии атомно-слоевого осаждения – АСО (ALD): Свойства синхротронного излучения. EUV – литография. Пучковые технологии Маррег. Метод МРТ.

Основы субмикронных технологий. Полевой транзистор. Сверхчистый кремний. Технологии атомно-слоевого осаждения – АСО (ALD): физико-химические основы, области применения. УФ - нанолитография высокого разрешения. Принцип устройства синхротрона, свойства синхротронного излучения. EUV – литография с 7-нанометровым техпроцессом. Пучковые технологии Маррег не требующие шаблонов. «Чистая комната». Методы ЯМР и магнито-резонансной томографии - МРТ.

4. Полимеры.

Полимеры. Виды полимеров и сополимеров, их объемные конфигурации. Свойства природных полимеров. Фотосинтез как источник природных полимеров. Методы использования фотосинтеза в современной энергетике. Теоретическое и практическое КПД фотосинтеза. Основные виды используемых в технологии полимеров, их свойства.

5. Солнечная энергетика.

Солнечная энергетика. Понятия КИУМ и EROI, определяющие возможность использования метода генерации. Свойства света как электромагнитной волны. Поступающий на Землю поток света. Влияние процессов в атмосфере на тепловой баланс Земли. Способы генерации фотоэлектричества. Принцип действия солнечной батареи. Теоретический предел КПД солнечной батареи Шокли-Квиссера и способы его преодоления. Особенности конструкции современных солнечных элементов. Подключение солнечных элементов к нагрузке. Технологии использования солнечного тепла для генерации электроэнергии. Солнечная генерация в мире и в РФ.

6. Получение и использование тепловой энергии, солнечное тепло. Экология горения.

Получение и использование тепловой энергии. Теплотокки в лаборатории, на производстве, в космосе. Физические основы явлений переноса, уравнение теплопроводности. Физические принципы современных методов отопления, ИК – отопление, газовое каталитическое ИК – отопление. Теория теплового насоса, эффективность и практическое применение тепловых насосов. Термодинамика горения, состав продуктов реакции. Экологические последствия неоптимизированных процессов горения.

7. Ветрогенерация. Сверхпроводимость в энергетике.

Ветрогенерация. Принцип работы ветротурбины, располагаемая мощность, зависимость от средней скорости ветра и высоты мачты, принципы выбора месторасположения, КПД. Ветрогенерация в мире и в РФ. Проблемы стабильности работы энергосети при наличии большой доли СЭС и ВЭС. Потери в линиях электропередачи. Классическая сверхпроводимость и ВТСП, основные параметры. Использование сверхпроводимости для передачи энергии.

8. Общие физические принципы современной генерации. Детандер - генератор.

Малая генерация, распределенная генерация. Общие физические принципы современной генерации. Газопоршневые агрегаты (ГПА), микротурбины, паровинтовые генераторы. Принцип когенерации, полное КПД генерации. Циклы Дизеля и Отто. Детандер генератор – теория процессов, практическое использование.

9. Газовые турбины. Степень двухконтурности авиационного двигателя. Парогазовый цикл как основа современной тепловой генерации.

Физические проблемы ассиметрии тел вращения. Газовые турбины. Авиационные турбины, эффективность авиационного двигателя, способы повышения. Цикл Брайтона. Степень двухконтурности. Турбогенерация. Парогазовый цикл как основа современной тепловой генерации.

Семестр: 2 (Весенний)

10. Органический цикл Ренкина для использования низкопотенциального тепла. Цикл Стирлинга, термоакустическая генерация.

Паровые турбины. Цикл Ренкина. Органический цикл Ренкина для использования низкопотенциального тепла. Компьютерный молекулярный дизайн для подбора рабочей среды ОЦР (ORC). Цикл Стирлинга, примеры двигателей на основе цикла Стирлинга. Термоакустическая генерация, принципы работы

11. Эффект Зеебека, эффект Пельтье. Термогенерация.

Энергия Ферми. Контактная разность потенциалов (Вольты), эффект Зеебека, эффект Пельтье, эффект Томсона, эффект Джоуля, эффект Фурье (краткий обзор). Стандартные термопары, термогенерация. Закон Видемана-Франца-Лоренца, ограничивающий КПД термогенерации. Примеры промышленных и лабораторных термогенераторов. Элемент Пельтье в режиме теплового насоса.

12. Накопители энергии. Топливные элементы. Основные свойства водорода. Использование аккумуляторов на автомобилях и в авиации.

Накопители энергии: механические накопители (ГАЭС, воздушные аккумуляторы, маховики), сверхпроводниковые индукционные накопители энергии СПИНЭ). Химические источники тока – основы теории. Аккумуляторы, свинцовые и литиевые аккумуляторы. Натрий-серные аккумуляторы, ванадиевые редокс-накопители. Использование графена для повышения плотности энергии в аккумуляторах. Топливные элементы, обратимые топливные элементы. Основные свойства водорода. Использование аккумуляторов на автомобилях и в авиации. Тепловые аккумуляторы.

13. Принцип термоядерного синтеза, ТОКАМАК, ИТЭР. Ядерная реакция распада. Свойства нейтрона. Реакторы ВВЭР и РБМК. Разделение изотопов.

Принцип термоядерного синтеза, ТОКАМАК, ИТЭР. Условия протекания ядерной реакции распада, свойства. Свойства нейтрона, взаимодействие нейтронов с веществом. Замедлители и поглотители нейтронов как составная часть реактора. Различные замедлители и поглотители, сравнение. Реактора ВВЭР и РБМК. Безопасность реакторов. ПАТЭС. Капсульные реакторы. Урановая руда, добыча и переработка. Разделение изотопов – мембранное и с помощью центрифуг (проект «Игла»). Производство ядерного топлива и ТВЭЛов. Принцип лазерного разделения изотопов. Принцип реакторов на быстрых нейтронах.

14. Ракетные двигатели – ЖРД, РДТТ. Физические принципы работы ракетных двигателей.

Ракетные двигатели – ЖРД, РДТТ. Физические принципы работы ракетных двигателей. Тяга, удельный импульс, скорость истечения. Виды ракетного топлива, сравнение. Примеры используемых ракетных двигателей, параметры.

15. Авиационные двигатели для сверхзвуковых и гиперзвуковых скоростей (ПВРД и ГПВРД). Электрические ракетные двигатели.

Авиационные двигатели для сверхзвуковых и гиперзвуковых скоростей (ПВРД и ГПВРД), особенности использования. Детонационный двигатель. Электрические ракетные двигатели - физика процессов, параметры. Ядерные авиационные и ракетные двигатели.

16. Лазерный пробой атмосферы (лазерная искра). Передача энергии лазерным лучом. Использование лазерного луча для удаленного спектрального анализа. Виды теплозащиты.

Устройства запуска ракетных двигателей. Лазерный поджиг, лазерная искра (пробой). Распространение лазерного луча в атмосфере. Передача энергии лазерным лучом. Использование лазерного луча для удаленного спектрального анализа (пример – дистанционный мониторинг утечек из газовой трубы). Виды теплозащиты от высоких температур.

17. Примеры некоторых практически важных космических аппаратов. История создания, параметры.

Примеры некоторых практически важных космических аппаратов. История создания, параметры. Системы спасения экипажа.

18. Физика космического полета. Виды околоземных орбит. Системы GLONASS, GPS.

Движение с переменной массой, уравнение Мещерского, формула Циолковского, многоступенчатые ракеты. Движение в неинерциальных системах отсчета. Зависимость величины g от местоположения. Оценка влияния местоположения космодрома на эффективность доставки грузов на орбиту. Космодромы Земли. Законы Кеплера, виды траекторий движения в космосе. Способы перехода с одной круговой орбиты на другую, стыковка кораблей на околоземной орбите. Виды околоземных орбит, наклонение орбит, прецессия орбит, геостационарные орбиты. Межпланетные траектории. Системы GLONASS, GPS.

19. Устройство атмосферы Земли. Магнитосфера Земли, радиационные пояса. Влияние ионосферы на распространение радиоволн. Станция МКС.

Устройство атмосферы Земли, слои атмосферы. Торможение спутника на большой высоте. Вход в плотные слои атмосферы из космоса. Магнитосфера Земли, радиационные пояса. Влияние радиационных поясов на выбор орбит. Влияние ионосферы на распространение радиоволн. Станция МКС.

20. Основные положения магнитной гидродинамики. Электромагнитные насосы, МГД – генераторы, МГДУ – двигатели. Методы бесконтактного управления обтеканием плазменного потока. Рельсотрон.

Отличия боевых и космических ракет. Способы разделения ступеней. Проблемы конверсии боевых ракет для запуска спутников. Примеры основных боевых ракет. Способы запуска боевых ракет – минометный старт, подводный старт. Торпеда «Шквал».

21. Жидкие кристаллы, принцип работы ЖК-дисплея. Принцип масс-спектрометрии, виды масс-спектрометров. Хроматография. Хромато-масс-спектрометр.

Основные типы жидких кристаллов (ЖК). Примеры веществ. Двулучепреломление, виды поляризации света. Способы получения поляризованного света. Двулучепреломление в ЖК. Электромагнитные свойства ЖК. Принцип работы ЖК-дисплея. Принцип масс-спектрометрии, виды масс-спектрометров. Основные параметры масс-спектрометров. Хроматография. Хромато-масс-спектрометр.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

- Лекционная аудитория, оснащённая мультимедийным проектором и экраном
- Оборудование для лекционных демонстраций
- Учебные аудитории, оснащённые доской
- Доступ к библиотекам учебной технической литературы, в том числе электронным, необходимый для осуществления самостоятельной работы обучающихся

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Общий курс физики [Текст] : в 5 т. Т. 1 : Механика : учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин .— 4-е изд., стереотип. — М. : Физматлит , 2002, 2006, 2010, 2014 .— 560 с. — 560 с.
2. Общий курс физики [Текст] : в 5 т. Т. 2 : Термодинамика и молекулярная физика : учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин .— 4-е изд., стереотип. = 3-е изд., испр. и доп. — М. : Физматлит : МФТИ, 1990, 2003 .— 576 с. — 576 с.
3. Общий курс физики [Текст] : в 5 т. Т. 3, Ч. 2 : Электричество : учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин .— М. : Наука : Физматлит, 1996. — 320 с.
4. Общий курс физики [Текст] : в 5 т. Т. 4 : Оптика : учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин .— / 2-е изд., испр. — М. : Наука, 1985 .— 752 с.
5. Общий курс физики [Текст] : в 5 т. Т. 5 : Атомная и ядерная физика : учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин .— 2-е изд., стереотип. — М : Физматлит : МФТИ, 2002, 2006, 2008 .— 784 с.

6. Физико-химические основы субмикронной технологии [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. П. Алехин ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— М. : МФТИ, 2007 .— 208 с.

Дополнительная литература

Рекомендованная литература для самостоятельного изучения

1. ВЕСТНИК РАН том 73, № 9, с. 848 (2003).
2. Томпсон Р., Моран Дж., Свенсон Дж. 9. Радиоинтерферометрия со сверхдлинными база-ми // Интерферометрия и синтез в радиоастрономии / Под ред. Л. И. Матвеевко. — М.: Мир, 1989
3. УФН 186 (2016)
4. K.Scherer, H. Fichtner, B. Heber, U. Mall (Eds) Space weather. The physics behind a slogan. Lect. Notes Phys. 656. Springer, Berlin, Heidelberg, 2005
5. Дж.Е. Смит «История изобретения приборов с зарядовой связью» 180 1357–1362 (2010).
6. УФН, т.182, №10, 2012.
7. Е.Г. Бережко, Введение в физику космоса. —М. ФизМатЛит, 2014. 264 стр.
8. В.И. Балыкин, В.С. Летохов «Лазерная оптика нейтральных атомных пучков» 160 (1) 141–154 (1990)
9. УФН, 184:10 (2014)
10. С. Чу, К.Н. Коэн-Тануджи, У.Д. Филиппс «Развитие методов охлаждения и пленения атомов с помощью лазерного света. Нобелевские лекции по физике — 1997» 169 271 (1999)
11. В.Е.Фортов, О.С.Попель Энергетика в современном мире, 2011

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. http://mipt.ru/education/chair/physics/S_I/method/ — методический раздел сайта кафедры Общей физики
2. <http://lib.mipt.ru/catalogue/1412/?t=750> — электронная библиотека МФТИ, раздел «Общая физика»

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

Литература, рекомендуемая к курсу, доступна в электронном виде (см. п. [1,2] перечня ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)), так что студенты могут читать учебники прямо со своих планшетов.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий курс «Физические основы наукоемких технологий», должен не только изучить общие физические законы и понятия, но научиться применять их на практике.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы,
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на лекциях,
- подготовку к контрольной работе, дифференцированному зачёту.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки:	Технологическое лидерство Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра общей физики
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 1 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчики:

А.Б. Струминский, д-р физ.-мат. наук, доцент
Г.И. Лапушкин, канд. физ.-мат. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.2 Способен прогнозировать результат деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата. Формирует план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области информатики и вычислительной техники	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания и новые научные принципы и методы исследований в области информатики и вычислительной техники
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области информатики и вычислительной техники	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания и новые научные принципы и методы исследований в области информатики и вычислительной техники
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области математики, естественных наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
ПК-2 Понимает и способен применить в научно-исследовательской и прикладной деятельности основные законы естествознания, современный математический аппарат и алгоритмы, современные информационно-коммуникационные технологии	ПК-2.2 Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Физические основы наукоемких технологий» обучающийся должен:

знать:

- ☐ фундаментальные законы и понятия физики, а также границы их применимости
- ☐ области практического применения законов физики в наукоемких технологиях
- ☐ масштабы используемых в современных технологиях физических величин (энергия, мощность, линейные размеры, скорости)
- ☐ физические основы источников энергии и мощности потоков энергии различных видов, используемых в современных технологиях
- ☐ способы взаимной конверсии различных видов энергии, основные параметры и особенности таких процессов
- ☐ основные способы измерения физических величин, применимые в современных наукоемких технологиях

уметь:

- ☐ соотносить существующую техническую проблему с физическими основами процессов
- ☐ подбирать физическую теорию, соответствующую масштабам и прочим параметрам технического процесса
- ☐ выбирать основные способы регистрации и измерения физических величин, актуальных для выбранного технологического процесса
- ☐ применять различные математические инструменты решения задач, исходя из сформулированных физических законов; проводить необходимые аналитические и численные расчёты.

владеть:

- ☐ анализом физических и технических процессов, выделяя существенные и несущественные аспекты явления; на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- ☐ основными методами решения физических задач, сочетающих различные разделы физики.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

- 1) Условия распространения радиоволн в атмосфере Земли. Ионосфера.
- 2) Физические принципы радиолокация. Технологии СТЭЛС.
- 3) Радиоастрономия. Построение изображений в радиодиапазоне.
- 4) Открытие реликтового излучения и его свойства. Эффекты взаимодействия реликтового излучения с частицами и молекулами.
- 5) Анизотропия реликтового излучения. Первые эксперименты по ее обнаружению (Реликт-1 и COBE).
- 6) Сверхдальняя интерферометрия. Проект РадиоАстрон – реализация интерферометрии в космосе.
- 7) Физические основы принципы детектирования гравитационных волн, возможные источники гравитационных волн.
- 8) Эксперимент LIGO, физическая схема устройства детектора, первые результаты.
- 9) Космическая погода и ее физические факторы. Естественные и искусственные радиационные пояса Земли.
- 10) Физические принципы реализации спутниковой связи и GPS навигация. Физические и технические пределы точности GPS навигации.
- 11) Исследование Земли из космоса. Что можно увидеть? Способы получения и обработки физической информации.
- 12) Климат и погода глазами физика. Основы моделирования явлений в атмосфере.
- 13) Человеческий и природный факторы изменения климата. «Ядерная зима».
- 14) Изобретение ПЗС-матриц. Физические принципы работы, области применения.
- 15) Объекты наблюдения рентгеновской астрономии. Рентгеновские телескопы и принципы построения изображений
- 16) Объекты наблюдения гамма астрономии. Гамма детекторы и гамма телескопы, принципы построения изображений.
- 17) Открытие нашей галактики, Цефеиды. Галактические и внегалактические объекты.
- 18) Плотность вещества во Вселенной. Наблюдательные факты существования темная материи, возможные кандидаты.
- 19) Сверхновые Ia.. Наблюдательные свидетельства существования темной энергии.
- 20) Фундаментальные частицы и взаимодействия. Ускорители протонов и электронов, коллайдеры, результаты последних лет.
- 21) История создания интернета, принципы и особенности его функционирования.
- 22) Неускорительная физика. Физические принципы детектирования нейтрино. Нейтринные осцилляции и существование массы нейтрино.
- 23) Космические лучи, энергетический спектр. Наблюдения на Земле и в атмосфере.
- 24) Наблюдения КЛ в космосе. Детекторы PAMELA и AMS-2, Попытки обнаружения темной материи.
- 25) Когерентные источники излучения, лазеры. Радиофизика и нелинейная оптика.
- 26) Ускорение лазером, физические принципы и возможные реализации.

- 27) Фотоника Атомные ловушки. Квантовые эксперименты.
- 28) Возможное становится реальным – изобретение интегральных микросхем. Физические принципы.
- 29) Физические принципы оптоволоконной связи.
- 30) Полупроводниковые гетероструктуры для электроники и оптоэлектроники.
- 31) Синие светодиоды и белые источники света.
- 32) Военное применение лазеров. Распространение лазерного луча в атмосфере.
- 33) Пучковое оружие.
- 34) Свойства графена.
- 35) Свойства нанотрубок
- 36) Физико-химические процессы в АСО, предельные возможности технологии.
- 37) Обзор свойств полимеров.
- 38) Физика прохождения света через среду с жидкими кристаллами.
- 39) Принцип работы топливного элемента, основные параметры и химические реакции
- 40) Потоки энергии в атмосфере
- 41) Биоэнергетика, основные процессы, достижимое КПД
- 42) Тепловая солнечная энергетика – основные принципы, физические модели и достижимые параметры.
- 43) Электрическая солнечная генерация – основные принципы, физические модели и достижимые параметры.
- 44) Ветрогенерация, физические принципы и основные параметры
- 45) Газопоршневая генерация – термодинамика процесса, КПД.
- 46) Принцип работы турбодетандера, физические процессы и расчет КПД генерации
- 47) Турбогенерация – устройство газовой турбины, физические процессы в турбине, КПД.
- 48) Устройство паровой турбины, физические процессы в турбине, КПД
- 49) Парогазовый цикл – принцип работы, устройство, КПД.
- 50) Термогенерация - принцип работы, устройство, КПД.
- 51) Ядерные реакции, используемые в энергетике. Топливный цикл, энергетический выход.
- 52) Принципы работы ТОКАМАК, требуемые параметры плазмы
- 53) Физические основы сверхпроводимости, примеры. Оценки максимальных токов.
- 54) Устройство синхротрона, основные параметры.
- 55) Физические принципы АСМ. Основные параметры.
- 56) Физические принципы БОМ - микроскопии
- 57) Физические принципы МРТ. Основные параметры.
- 58) Физические принципы масс-спектрометрии. Основные параметры.
- 59) Физические и химические принципы аккумулирования энергии. Сравнение различных методов.

3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков

Аттестация по дисциплине «**Физические основы наукоемких технологий**» осуществляется в форме дифференцированного зачета. Оценка определяется по итогам работы студента в семестре и устных ответов во время собеседования на контрольные вопросы, примеры которых представлены ниже.

Перечень контрольных вопросов:

- 1) Условия распространения радиоволн в атмосфере Земли. Ионосфера.
- 2) Физические принципы радиолокация. Технологии СТЭЛС.
- 3) Радиоастрономия. Построение изображений в радиодиапазоне.
- 4) Открытие реликтового излучения и его свойства. Эффекты взаимодействия реликтового излучения с частицами и молекулами.
- 5) Анизотропия реликтового излучения. Первые эксперименты по ее обнаружению (Реликт-1 и COBE).
- 6) Сверхдальняя интерферометрия. Проект РадиоАстрон – реализация интерферометрии в космосе.
- 7) Физические основы принципы детектирования гравитационных волн, возможные источники гравитационных волн.
- 8) Эксперимент LIGO, физическая схема устройства детектора, первые результаты.
- 9) Космическая погода и ее физические факторы. Естественные и искусственные радиационные пояса Земли.
- 10) Физические принципы реализации спутниковой связи и GPS навигация. Физические и технические пределы точности GPS навигации.
- 11) Исследование Земли из космоса. Что можно увидеть? Способы получения и обработки физической информации.
- 12) Климат и погода глазами физика. Основы моделирования явлений в атмосфере.
- 13) Человеческий и природный факторы изменения климата. «Ядерная зима».
- 14) Изобретение ПЗС-матриц. Физические принципы работы, области применения.
- 15) Объекты наблюдения рентгеновской астрономии. Рентгеновские телескопы и принципы построения изображений
- 16) Объекты наблюдения гамма астрономии. Гамма детекторы и гамма телескопы, принципы построения изображений.
- 17) Открытие нашей галактики, Цефеиды. Галактические и внегалактические объекты.
- 18) Плотность вещества во Вселенной. Наблюдательные факты существования темная материи, возможные кандидаты.
- 19) Сверхновые Ia.. Наблюдательные свидетельства существования темной энергии.
- 20) Фундаментальные частицы и взаимодействия. Ускорители протонов и электронов, коллайдеры, результаты последних лет.
- 21) История создания интернета, принципы и особенности его функционирования.

- 22) Неускорительная физика. Физические принципы детектирования нейтрино. Нейтринные осцилляции и существование массы нейтрино.
- 23) Космические лучи, энергетический спектр. Наблюдения на Земле и в атмосфере.
- 24) Наблюдения КЛ в космосе. Детекторы PAMELA и AMS-2, Попытки обнаружения темной материи.
- 25) Когерентные источники излучения, лазеры. Радиофизика и нелинейная оптика.
- 26) Ускорение лазером, физические принципы и возможные реализации.
- 27) Фотоника Атомные ловушки. Квантовые эксперименты.
- 28) Возможное становится реальным – изобретение интегральных микросхем. Физические принципы.
- 29) Физические принципы оптоволоконной связи.
- 30) Полупроводниковые гетероструктуры для электроники и оптоэлектроники.
- 31) Синие светодиоды и белые источники света.
- 32) Военное применение лазеров. Распространение лазерного луча в атмосфере.
- 33) Пучковое оружие.
- 34) Свойства графена.
- 35) Свойства нанотрубок
- 36) Физико-химические процессы в АСО, предельные возможности технологии.
- 37) Обзор свойств полимеров.
- 38) Физика прохождения света через среду с жидкими кристаллами.
- 39) Принцип работы топливного элемента, основные параметры и химические реакции
- 40) Потоки энергии в атмосфере
- 41) Биоэнергетика, основные процессы, достижимое КПД
- 42) Тепловая солнечная энергетика – основные принципы, физические модели и достижимые параметры.
- 43) Электрическая солнечная генерация – основные принципы, физические модели и достижимые параметры.
- 44) Ветрогенерация, физические принципы и основные параметры
- 45) Газопоршневая генерация – термодинамика процесса, КПД.
- 46) Принцип работы турбодетандера, физические процессы и расчет КПД генерации
- 47) Турбогенерация – устройство газовой турбины, физические процессы в турбине, КПД.
- 48) Устройство паровой турбины, физические процессы в турбине, КПД
- 49) Парогазовый цикл – принцип работы, устройство, КПД.
- 50) Термогенерация - принцип работы, устройство, КПД.
- 51) Ядерные реакции, используемые в энергетике. Топливный цикл, энергетический выход.
- 52) Принципы работы ТОКАМАК, требуемые параметры плазмы
- 53) Физические основы сверхпроводимости, примеры. Оценки максимальных токов.
- 54) Устройство синхротрона, основные параметры.

- 55) Физические принципы АСМ. Основные параметры.
- 56) Физические принципы БОМ - микроскопии
- 57) Физические принципы МРТ. Основные параметры.
- 58) Физические принципы масс-спектрометрии. Основные параметры.
- 59) Физические и химические принципы аккумуляции энергии. Сравнение различных методов.

4. Критерии оценивания

Оценивание знаний и владения студентом вопросами программы дисциплины **«Физические основы наукоемких технологий»** во время собеседования производится в основном согласно критериям, применяемым в МФТИ на семестровых зачётах по общей физике. При этом, преподавателю, принимающему зачет, необходимо учитывать:

- б) умение студента применять существующие физические модели к предлагаемым практическим проблемам наукоемких технологий.
- г) уровень подготовки вопроса по выбору

Итоговая оценка выставляется в соответствии с перечисленными ниже критериями:

Оценка **«отлично (10)»** выставляется студенту, регулярно посещавшему лекции и показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания учебной программы и смежных с ней вопросов, а также умение уверенно применять приобретенные знания при решении сложных нестандартных вопросов.

Оценка **«отлично (9)»** выставляется студенту, регулярно посещавшему лекции и показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания учебной программы, а также умение уверенно применять приобретенные знания при решении сложных вопросов по программе курса.

Оценка **«отлично (8)»** выставляется студенту, регулярно посещавшему лекции и показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания учебной программы, а также умение уверенно применять приобретенные знания при решении сложных вопросов по программе курса. При этом, однако, студент при ответах на вопросы из программы курса и при решении задач допускает некоторые неточности не принципиального характера.

Оценка **«хорошо (7)»** выставляется студенту, достаточно регулярно посещавшему лекции и продемонстрировавшему твердое знание и уверенное понимание материала учебной программы, умение свободно применять физические законы на практике при решении, как типовых вопросов, так и вопросов, предполагающих использование сведений из смежных разделов физики.

Оценка **«хорошо (6)»** выставляется студенту, достаточно регулярно посещавшему лекции и продемонстрировавшему твердое знание и уверенное понимание материала учебной программы, умение свободно применять физические законы на практике при решении типовых (стандартных) вопросов.

Оценка **«хорошо (5)»** выставляется студенту, достаточно регулярно посещавшему лекции и продемонстрировавшему твердое знание и уверенное понимание материала учебной программы, умение свободно применять физические законы на практике при решении типовых (стандартных) вопросов и успешный ответ на вопрос по выбору, однако допустившему при ответах на вопросы преподавателя ряд грубых неточностей.

Оценка «**удовлетворительно (4)**» выставляется студенту, продемонстрировавшему фрагментарный характер знаний вопросов программы, допустившему неточности в формулировке основных законов и базовых понятий, но при этом должен быть успешный ответ по вопросу по выбору и продемонстрирована способность решать простые вопросы и владение основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения.

Оценка «**удовлетворительно (3)**» выставляется студенту, продемонстрировавшему фрагментарный характер знаний вопросов программы, допустившему грубые ошибки в формулировке основных законов и базовых понятий, но при этом должен быть успешный ответ по вопросу по выбору и продемонстрирована способность решать простые вопросы и владение основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения.

Оценка «**неудовлетворительно (2)**» или «**неудовлетворительно (1)**» выставляется студенту, продемонстрировавшему, что он не знает значительную часть основного содержания программы, систематически допускающему грубые ошибки при формулировании основных физических законов и/или не умеющему применять физические законы для решения простейших вопросов.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Опрос обучающегося на зачете не должен превышать полтора академических часа, из которых один час составляет подготовка и полчаса собственно ответ. Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой курса, конспектами лекций и справочной литературой.