

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

УТВЕРЖДЕНО
Проректор по учебной работе

А.А. Воронов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Фундаментальные основы наукоемких технологий
по направлению:	Наукоемкие технологии и экономика инноваций
профиль подготовки:	Прикладной системный инжиниринг центр "Высшая школа системного инжиниринга МФТИ" кафедра системного инжиниринга
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 34 всего, в том числе:

лекции: 17 час.

семинары: 17 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 8 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 72, всего зач. ед.: 2

Количество контрольных работ, заданий: 1

Программу составил: Г.И. Лапушкин, канд. физ.-мат. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры системного инжиниринга 05.04.2024

Аннотация

В дисциплине на основе единого энергетического подхода рассматриваются основные понятия физики и химии, такие как энергия, взаимодействие тел, уравнение Нернста и другие. Рассматриваются и актуальные проблемы современности: промышленное производство и климат Земли, углеводородная и возобновляемая энергетика, особенности потоков энергии в производстве и природе. Помимо этого, дисциплина содержит в себе обсуждение основных перспективных технологий будущего (например, машинное обучение), демонстрацию этих технологий и разбор задач, без чего невозможно полное понимание высокотехнологичных технологий. Для успешного освоения дисциплины необходимы базовые знания курсов общей физики, математического анализа и линейной алгебры.

В рабочей программе дисциплины "Фундаментальные основы наукоемких технологий» используются следующие сокращения:

ВШСИ МФТИ - Высшая школа системного инжиниринга МФТИ;

Кафедра - кафедра системного инжиниринга МФТИ;

СДО - система дистанционного обучения.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- дать обучающимся основы знаний в области концептуального проектирования систем и технологических процессов.

Задачи дисциплины

- развитие творческих подходов для решения сложных научно-технических задач;
- изучение принципов неравновесной термодинамики в их приложении к техническим системам и технологическим процессам;
- формирование навыков прогнозирования новых технических систем и технологических процессов;
- развитие научного мировоззрения и формирование профессиональной культуры

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем в сфере наукоемких технологий и экономики инноваций на основе положений, законов и методов в области математики, технических и естественных наук	ОПК-1.1 Знает современные естественно-научные проблемы, определяющие направления научно-технического прогресса и задающие вектор инновационного развития общества
	ОПК-1.2 Умеет выявлять закономерности возникновения и развития наукоемких отраслей экономики; анализировать инновационные процессы, базирующиеся на естественно-научных открытиях
	ОПК-1.3 Владеет навыками применения математических, технических и естественно-научных методов в процессе выявления и анализа проблем в области профессиональной деятельности
ОПК-3 Способен самостоятельно решать задачи управления в сфере наукоемких технологий и экономики инноваций на базе	ОПК-3.1 Знает последние достижения науки и техники в своей сфере профессиональной деятельности, механизмы управления наукоемкими производствами
	ОПК-3.2 Анализирует задачу, выделяя базовые ее составляющие

технологии и экономики инновации на базе последних достижений науки и техники	ОПК-3.3 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения задач управления в области профессиональной деятельности на базе последних достижений науки и техники
ОПК-9 Способен осуществлять профессиональную эксплуатацию оборудования и приборов для решения задач управления	ОПК-9.1 Знает сущность новой технологической парадигмы, особенности и области применения сквозных технологий нового технологического уклада и принципы их интеграции в сфере наукоемких производств
	ОПК-9.2 Умеет формировать подходы (методы и инструменты) по переходу к новой технологической парадигме на основе освоения новых наукоемких технологий
	ОПК-9.3 Владеет навыками определения направлений адаптации новых наукоемких технологий к технологическому окружению с учетом перспектив развития новой технологической парадигмы, а также интеграции различных наукоемких технологий на единой технологической основе

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные принципы неравновесной термодинамики в их приложении к техническим системам и технологическим процессам;
- главные особенности высокоинтеллектуального производства;
- методы поискового конструирования;
- физические принципы действия базовых технических систем и технологических процессов.

уметь:

- прогнозировать новые технические системы и технологические процессы;
- оценивать предельные возможности новых систем и технологий.

владеть:

- навыками применения основных физических понятий и формул.

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	Физико-энергетическая среда в технологичном обществе	2	2		1
2	Потоки энергии в наукоемких технологиях и биосфере	3	3		2
3	Экологические проблемы атмосферы Земли	2	2		1
4	Высокоинтеллектуальное производство	2	2		1
5	Физические основы наукоемких технологий	2	2		1
6	Проблемы солнечной энергетики	3	3		1

7	Проблемы оптимизации локальных энергопотоков	3	3		1
Итого часов		17	17		8
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		72 час., 2 зач.ед.			

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

Семестр: 1 (Осенний)

1. Физико-энергетическая среда в технологичном обществе

Виды поступающей извне энергии, характерные мощности.
Способы преобразования поступающей энергии, качество энергии.

2. Потоки энергии в наукоемких технологиях и биосфере

Методы концентрации энергии в технологиях и биосфере.
Методы аккумуляции энергии.

3. Экологические проблемы атмосферы Земли

Оптимизация процессов сжигания для решения экологических проблем. Использование биоресурсов для производства энергии.

4. Высокоинтеллектуальное производство

Массовое использование методов искусственного интеллекта.
Методы покрытия поверхности для модификации свойств материалов.
Использование методов нанобработки, устройство наностанков.

5. Физические основы наукоемких технологий

Базовые физические законы, лежащие в основе наукоемких технологий.
Физические и технологические особенности водородной энергетики.

6. Проблемы солнечной энергетики

Проблемы солнечной энергетики.
Использование высокопотенциального тепла в солнечной энергетике.
Использование низкопотенциального тепла в солнечной энергетике.

7. Проблемы оптимизации локальных энергопотоков

Использование локальной генерации для оптимизации энергопотоков.
Использование аккумуляции энергии для оптимизации энергопотоков.
Влияние методов передачи энергии на оптимизацию энергопотоков.

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

- Персональный компьютер преподавателя (ноутбук) с установленным Microsoft Office.
- Проектор, экран (или плазменная панель большого формата).
- Флипчарт, блокноты к флипчарту, комплекты цветных маркеров для флипчарта.
- Обеспечение самостоятельной работы: компьютер с установленным Microsoft Office и доступом в интернет.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Фундаментальные основы наукоемких технологий. Цикл лекций, [учебное пособие] / А. Д. Гладун. — Москва, Интеллект, 2015. — URL: <http://books.mipt.ru/book/301514> (дата обращения: 27.04.2021). - Полный текст (Режим доступа : из сети МФТИ / Удаленный доступ)
2. 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.
3. Общий курс физики [Текст] : в 5 т. Т. 2 : Термодинамика и молекулярная физика : учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин. — 5-е изд., испр. — М. : Физматлит, 2005, 2006, 2011, 2014. — 544 с.
4. Общий курс физики [Текст] : в 5 т. Т. 3 : Электричество : учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин. — 4-е изд., стереотип. — М. : Физматлит, 2002-2006, 2009. — 656 с.
5. Общий курс физики [Текст] : в 5 т. Т. 4 : Оптика : учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин. — 3-е изд., стереотип. — М. : Физматлит, 2002, 2005, 2006. — 792 с.
6. Общий курс физики [Текст]. В 5 т. Т. 5. Атомная и ядерная физика, учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин, М. Физматлит : МФТИ, 2002, 2006, 2008
7. Возобновляемые источники энергии : Физико-технические основы [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / А. да Роза ; пер. с англ. под ред. С. П. Малышенко, О. С. Попеля. — Долгопрудный ; М. : Интеллект, 2010. — 704 с.

Дополнительная литература

1. 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.
2. Практический курс общей химии [Текст] : учеб. пособие для вузов / под ред. В. В. Зеленцова, С. А. Зеленцовой ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т). — 3-е изд., испр. и доп. — М. : МФТИ, 2011. — 300 с.
3. Введение в машинное обучение с помощью Python% dIntroduction to Machine Learning with Python, руководство для специалистов по работе с данными / А. Мюллер, С. Гвидо, Москва ; Санкт-Петербург, Диалектика, 2019
4. Теоретическая физика [Текст]. В 10 т. Т. 5. Ч. 1. Статистическая физика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского, М., Физматлит, 2001, 2002, 2005, 2010

Рекомендуемая литература для самостоятельного изучения

1. Основы солнечной теплоэнергетики [Текст]/Дж. Даффи, У. Бекман, -Долгопрудный, Интеллект, 2012

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

- Электронная библиотека МФТИ: <http://books.mipt.ru/>
- Электронно-библиотечная система "Лань": <https://e.lanbook.com/>
- ЭБС «Юрайт»: <https://urait.ru/>
- Научная Электронная Библиотека eLibrary: <https://www.elibrary.ru/>
- журналы издательства Кембриджского университета: <https://www.cambridge.org/core>

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

На практических занятиях используются различные технологии: мультимедийные презентации, работа с персональными компьютерами, использование различных ресурсов сети Интернет.

Информационные технологии:

- проверка выполнения заданий и консультирование на платформе LMS - СДО Высшей школы системного инжиниринга МФТИ;
- проведение лекций и практических занятий с использованием мультимедийных технологий.

Программное обеспечение:

- платформа LMS - СДО Высшей школы системного инжиниринга МФТИ:
<http://lms.se.mipt.ru/login/index.php>;
- программы Zoom/Skype для проведения занятий;
- программы, обеспечивающие доступ в сеть Интернет (Google Chrome, Rambler, Yandex);
- программы, обеспечивающие демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»);
- программы для работы на компьютере («Microsoft Office»).

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

В программе дисциплины приведено примерное распределение времени, необходимого для работы обучающегося над темами дисциплины.

Для успешного освоения данной дисциплины обучающемуся необходимо:

- посещать лекции;
- посещать практические занятия, конспектировать материал;
- выполнять задания, задаваемые преподавателем;
- самостоятельно прорабатывать все материалы, публикуемые в СДО по данной дисциплине;
- принимать активное участие в обучающих играх и решать кейсы по дисциплине, которые вносят вклад в изучение дисциплины, а также в итоговую оценку по данной дисциплине.

Возможен промежуточный контроль знаний обучающихся в виде оценивания участия каждой команды в обучающих играх.

При затруднениях с пониманием материала следует обращаться за консультациями к преподавателю.

Успешное освоение дисциплины требует напряжённой самостоятельной работы обучающегося.

Руководство и контроль за самостоятельной работой обучающегося осуществляется посредством оценивания решения кейсов в группах и в СДО.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Научноёмкие технологии и экономика инноваций
профиль подготовки:	Прикладной системный инжиниринг Центр "Высшая школа системного инжиниринга МФТИ" кафедра системного инжиниринга
курс:	<u>1</u>
квалификация:	магистр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен	
Разработчик:	Г.И. Лапушкин, канд. физ.-мат. наук, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем в сфере наукоемких технологий и экономики инноваций на основе положений, законов и методов в области математики, технических и естественных наук	ОПК-1.1 Знает современные естественно-научные проблемы, определяющие направления научно-технического прогресса и задающие вектор инновационного развития общества
	ОПК-1.2 Умеет выявлять закономерности возникновения и развития наукоемких отраслей экономики; анализировать инновационные процессы, базирующиеся на естественно-научных открытиях
	ОПК-1.3 Владеет навыками применения математических, технических и естественно-научных методов в процессе выявления и анализа проблем в области профессиональной деятельности
ОПК-3 Способен самостоятельно решать задачи управления в сфере наукоемких технологий и экономики инноваций на базе последних достижений науки и техники	ОПК-3.1 Знает последние достижения науки и техники в своей сфере профессиональной деятельности, механизмы управления наукоемкими производствами
	ОПК-3.2 Анализирует задачу, выделяя базовые ее составляющие
	ОПК-3.3 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения задач управления в области профессиональной деятельности на базе последних достижений науки и техники
ОПК-9 Способен осуществлять профессиональную эксплуатацию оборудования и приборов для решения задач управления	ОПК-9.1 Знает сущность новой технологической парадигмы, особенности и области применения сквозных технологий нового технологического уклада и принципы их интеграции в сфере наукоемких производств
	ОПК-9.2 Умеет формировать подходы (методы и инструменты) по переходу к новой технологической парадигме на основе освоения новых наукоемких технологий
	ОПК-9.3 Владеет навыками определения направлений адаптации новых наукоемких технологий к технологическому окружению с учетом перспектив развития новой технологической парадигмы, а также интеграции различных наукоемких технологий на единой технологической основе

2. Показатели оценивания компетенций

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

знать:

- основные принципы неравновесной термодинамики в их приложении к техническим системам и технологическим процессам;
- главные особенности высокоинтеллектуального производства;
- методы поискового конструирования;
- физические принципы действия базовых технических систем и технологических процессов.

уметь:

- прогнозировать новые технические системы и технологические процессы;
- оценивать предельные возможности новых систем и технологий.

владеть:

- навыками применения основных физических понятий и формул.

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

Примеры заданий текущего контроля:

1. Какие из единиц измерения используются для измерения энергии и мощности?
2. Какую тепловую мощность в мегаваттах может обеспечить котёл на 10 Гкал/час?
3. Для расчетов часто используют понятие ТУТ (тонн условного топлива), принято, что теплота сгорания 1 ТУТ составляет 7000 Мкал. Вычислить, сколько нормальных кубических метров попутного нефтяного газа (ПНГ) с удельной теплотой сгорания 49 МДж/н.куб.м эквивалентны 1 ТУТ?
4. Известно, что полностью заряженный аккумулятор для электромобиля «Тесла» содержит запас энергии 85 кВт*ч при массе 544 кг. Во сколько раз плотность энергии, запасенная в тротиле выше, чем в аккумуляторе, если по справочным данным энергия взрыва тротила 4.2 КДж/г?
5. Что такое системы CAD, CAM, CIM?
6. Чем отличаются – и что общего в понятиях «машина», «аппарат», «прибор»?
7. Какие из веществ принимают участие в процессе фотосинтеза как исходные вещества и какие получаются в результате фотосинтеза.
8. Парниковый эффект возникает за счет рассеивания инфракрасного (ИК) излучения земной поверхности молекулами некоторых газов в атмосфере. Оценить в обратных сантиметрах энергию колебательного кванта такой молекулы, соответствующего максимуму ИК излучения Земли.
9. Составьте тепловой баланс при парниковом эффекте в атмосфере Земли.

Примеры задач контрольной работы

- 1) Солнечный коллектор имеет степень черноты покрытия 0.9. Изнутри стекло покрыто составом, отражающим ИК с коэффициентом отражения 0.8. Также известно, что при проектировании коллектора теплоизоляция была подобрана таким образом, чтобы потери на теплопередачу при максимальной температуре были равны потерям на ИК-излучение. Определить температуру коллектора в летний полдень, считая, что световой поток составляет 1000 Вт/кв.м.
- 2) Кондиционер поддерживает в комнате 21 град. по Цельсию. Вначале температура на улице была 26 град. по Цельсию, затем она поднялась до 31 град.
Оценить, во сколько раз при этом выросло потребление мощности, считать кондиционер идеальной тепловой машиной.
- 3) Приведите примеры потоков энергии на вашем предприятии.
Укажите среднюю и пиковую мощность, годовой расход энергии.
Из каких видов в какие происходит преобразование энергии, оцените КПД преобразования.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Энергия и технология
2. Детандер-генераторы
3. Газопоршневые электростанции
4. Ветроэнергетика
5. Тепловой насос как источник тепла
6. ИК-отопление
7. Принципы отопления низкопотенциальным теплом (тёплый пол, стеновое отопление)
8. Вентиляция с рекуперацией тепла
9. Энергоэффективное освещение
10. Зависимость потерь в сети предприятия от $\cos(\varphi)$ в сети
11. Каталитическое сжигание топлив
12. Топливные элементы

13. Органический цикл Ренкина (ОРЦ)
14. Способы аккумуляции энергии
15. Особенности использования сверхпроводимости в технологиях
16. Высокоинтеллектуальное производство
17. Концентрированные потоки энергии в наукоемких технологиях
18. Вектор Умова и сила звука. Ограничения плотности потока энергии
19. Экологические проблемы Земли
20. Энергетика биосферы Земли
21. Энергетика магнитосферы Земли
22. Проблемы солнечной энергетики
23. Солнечная теплогенерация
24. Водородная энергетика
25. КПД лазеров с тепловым возбуждением
26. Терагерцевые технологии
27. АФЧХ гармонического осциллятора
28. Система с двумя степенями свободы. Антирезонанс
29. Динамическое виброгашение
30. Нелинейные восприимчивости ангармонического осциллятора
31. Трение в природе и технике
32. Частотно-регулируемый привод (ЧРП)

Критерии оценивания

Оценка «отлично» (10,9,8) выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка «хорошо» (7,6,5) выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка «удовлетворительно» (4,3) выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» (2,1) выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

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

Оценка качества освоения дисциплины проводится по десятибалльной системе по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (экзамен). Текущий контроль успеваемости предполагает систему коллективных и индивидуальных аналитических, творческих и проектных заданий для самостоятельной работы и контроль посещаемости практических занятий.

Контрольная работа.

Контрольная работа состоит из 3 задач. Время выполнения контрольной работы -2 часа.

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в форме письменной итоговой работы (реферата) и имеет целью проверить уровень сформированности отдельных навыков и умений по курсу. Время подготовки к выполнению итоговой работы (экзамена) – 10 часов.

Во время выполнения итоговой работы разрешается пользоваться вспомогательной литературой по дисциплине.

Составляющие процесса обучения, которые оцениваются в ходе обучения, и их вклад в итоговую оценку:

Основные показатели оценки	Вклад в итоговую оценку
Задания текущего контроля	40%
Контрольная работа	20%
Итоговая работа (реферат)	40%