

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

УТВЕРЖДЕНО

**и.о. директора физтех-школы
физики и исследований им.
Ландау**

А.А. Воронов

Рабочая программа дисциплины (модуля)

по дисциплине:	Физико-математические модели и программные комплексы в радиационной экологии
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра проблем безопасного развития современных энергетических технологий
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Программу составил: О.С. Сороковикова, д-р физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры проблем безопасного развития современных энергетических технологий 04.06.2020

Аннотация

В курсе рассматриваются физические процессы и их модели, используемые при решении задач радиоэкологической безопасности. Это модели: атмосферной дисперсии радионуклидов в условиях 3D геометрии промышленного объекта; модель атмосферной дисперсии примеси на расстояниях до 30 – 50 км от объекта; модель распространения радионуклидов в водной среде. Проводится знакомство с работой программных комплексов, в которые включены эти модели.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- изучение физико – математических моделей, используемых при обосновании экологической безопасности проектируемых, строящихся и эксплуатируемых энергетических промышленных объектов с элементами радиационного риска;
- получение навыков использования некоторых программных комплексов, реализующих работу этих моделей.

Задачи дисциплины

- моделирование и прогноз радиационной обстановки в результате аварии или в режиме нормальной эксплуатации для реальных 3 D промышленных объектов;
- моделирование и прогноз радиационной обстановки в результате аварий на расстояния до 30-50 км с целью минимизации последствий;
- моделирование и прогноз метеорологических параметров атмосферы в сложных метеоусловиях;
- моделирование и прогноз распространения загрязнения в водной среде.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты

ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные особенности и специфику задач, связанных с экологической обстановкой вокруг предприятий энергетической отрасли с гипотетическим радиационным фактором риска;
- физические и математические модели, применяемые для моделирования загрязнения окружающей среды вокруг таких объектов.

уметь:

- оценивать последствия аварийных ситуаций на основе результатов моделирования;
- иметь представление о методах обоснования радиационной безопасности предприятий работающих в режиме нормальной эксплуатации.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- методами оценки характерных параметров процессов;
- навыками работы с некоторыми программными комплексам для прогноза радиационной обстановки на разных расстояниях от промышленного объекта на территории предприятия, и за его пределами.

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	Модели атмосферной дисперсии радионуклидов в условиях реального промышленного объекта.	8			3
2	Воздействие радиации на человека в условиях сложной геометрии объекта с учетом экранирования зданиями.	6			3
3	Модели распространения загрязнения в атмосфере на расстояния до 30-50 км.	6			3
4	Модели распространения загрязнений в морской и океанической среде.	4			3
5	Модели атмосферной дисперсии примеси на большие расстояния (с детальным метеорологическим прогнозом высокого пространственно временного разрешения).	6			3
Итого часов		30			15
Подготовка к экзамену		0 час.			

Общая трудоёмкость	45 час., 1 зач.ед.
--------------------	--------------------

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

Семестр: 2 (Весенний)

1. Модели атмосферной дисперсии радионуклидов в условиях реального промышленного объекта.

Классы моделей распространения радионуклидов на территории промышленного объекта.

Модели приземного слоя атмосферы. 3D аэротермодинамические модели дисперсии примеси в условиях реального промышленного объекта или городской застройки.

Постановка начальных, граничных условий. Построение или использование готовых 3D моделей объекта.

2. Воздействие радиации на человека в условиях сложной геометрии объекта с учетом экранирования зданиями.

Воздействие радиации на человека. Дозовые нагрузки по разным путям облучения.

Алгоритмы расчета доз от облака произвольной трехмерной геометрии и от загрязненной поверхности, с учетом экранирования зданиями.

Демонстрация работы программного комплекса РОУЗЮ предназначенного для оценки радиационной обстановки на территории объекта в условиях нормальной эксплуатации и радиационной аварии.

3. Модели распространения загрязнения в атмосфере на расстояния до 30-50 км.

Модели учета орографии местности, типов подстилающей поверхности, реальной метеорологии.

Модели дозовых нагрузок по пищевым цепочкам. Новые современные версии программного комплекса НОСТРАДАМУС.

4. Модели распространения загрязнений в морской и океанической среде.

Модели.

Программный комплекс НЕПТУН.

Демонстрация работы программного комплекса НЕПТУН.

5. Модели атмосферной дисперсии примеси на большие расстояния (с детальным метеорологическим прогнозом высокого пространственно временного разрешения).

Модель WRF (метеорологический прогноз). Физические процессы, учитываемые в модели.

Входные данные.

Демонстрация работы.

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

Инженерные проблемы т/я реакторов на основе токамака и систем с инерционным удержанием плазмы.

Необходимое программное обеспечение: офисный пакет OpenOffice для презентаций.

Обеспечение самостоятельной работы – доступ в Интернет, базы данных по научным журналам.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Труды ИБРАЭ [Текст] : Вып. 9 : Моделирование распространения радионуклидов в окружающей среде / науч. ред. Р. В. Арутюнян, [сб. статей]/Рос. акад. наук, Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики, -М., Наука, 2008
1. Глазунов А.В. Вихреразрешающее моделирование турбулентности с использованием смешанного динамического локализованного замыкания. Известия РАН. Физика атмосферы и океана, 2009, т. 45. с. 7-42.

Дополнительная литература

1. Wilcox, David C. Turbulence Modeling for CFD / David C. Wilcox – 2nd ed. 1994, DSW Industries, California, 460p.
2. Roland B. Stull, Kluwer Academic Publishers, 1988, 583p.
3. Businger J.A., 1982: Equation and concepts. Chart 1 in Atmospheric Turbulence and Air Pollution Modelling, Nieuwstadt and van Dop (Editors) Reidel 358 p.

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

<http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».
<http://benran.ru> –библиотека по естественным наукам Российской академии наук.
<http://lib.mipt.ru/> – электронная библиотека Физтеха.
<http://elibrary.ru/> - научная электронная библиотека.

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

На занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций. В процессе самостоятельной работы обучающихся возможно использование таких программных средств, как OpenOffice Mathcad, Scilab и др.

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

Студент, изучающий данный курс, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике для решения практических задач.

Поскольку в ходе занятий проводится обсуждение современных актуальных проблем физики и энергетики, не в полной мере отраженных в существующих учебниках и учебных пособиях, посещение занятий является необходимым условием для успешного усвоения материала.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. 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, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- подготовку к дифференцированному зачету.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций. С целью углубленного изучения тех или иных разделов курса студентам могут быть предложены специальные темы для самостоятельной работы.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра проблем безопасного развития современных энергетических технологий
курс:	<u>1</u>
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: О.С. Сороковикова, д-р физ.-мат. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Физико-математические модели и программные комплексы в радиационной экологии» обучающийся должен:

знать:

- основные особенности и специфику задач, связанных с экологической обстановкой вокруг предприятий энергетической отрасли с гипотетическим радиационным фактором риска;
- физические и математические модели, применяемые для моделирования загрязнения окружающей среды вокруг таких объектов.

уметь:

- оценивать последствия аварийных ситуаций на основе результатов моделирования;
- иметь представление о методах обоснования радиационной безопасности предприятий работающих в режиме нормальной эксплуатации.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- методами оценки характерных параметров процессов;
- навыками работы с некоторыми программными комплексами для прогноза радиационной обстановки на разных расстояниях от промышленного объекта на территории предприятия, и за его пределами.

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

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия или в конце занятия по пройденной теме.

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

В 10 семестре дифференцированный зачет.

Студенту предлагаются три вопроса.

Вопросы к дифференцированному зачету в 10 семестре:

1. Аэротермодинамические процессы в условиях промышленного объекта.
2. Особенности приближений полных уравнений Навье –Стокса применительно к моделированию аэротермодинамических процессов.
3. Техника усреднения гидротермодинамических уравнений.
4. RANS модели атмосферных процессов.
5. Теория подобия Монина –Обухова для атмосферного приземного слоя.
6. Основные характеристики приземного слоя.
7. Ветровые поля и неизотропная турбулентность внутри промышленной застройки.
8. Задание начальных и граничных условий при моделировании ветровых полей и неизотропной турбулентности.
9. Распространение радионуклидов в условиях промышленного объекта.
10. Модели дозовых нагрузок при распространении радионуклидов.
11. Структура и возможности программного комплекса РОУЗ.
12. Дисперсия примеси при наличии больших градиентов концентраций.
13. Методы случайных смещений (Монте Карло) при решении уравнений дисперсии примеси.
14. Методы случайных ускорений (Ланжевена) при решении уравнений дисперсии примеси.
15. Модели восстановления вертикальной структуры приземного слоя по ограниченной измеренной метеоинформации на одной высоте.
16. Модели учета орографии местности при восстановлении 3D поля ветра, при наличии данных измерений в одной точке.
17. Программный комплекс НОСТРАДАМУС.
18. Структура и возможности современной версии программного комплекса НОСТРАДАМУС.
19. Дозовые нагрузки на население.
20. Методы расчета дозовых нагрузок на населения в условиях аварийного выброса.
21. Методы расчета дозовых нагрузок на населения в режиме нормальной эксплуатации.
22. Модели прогноза метеорологических параметров.
23. Основные физические процессы в 3D моделях.
24. Модель прогноза WRF.
25. Схема усвоения начальных и граничных условий.
26. Трехмерное усвоение данных.
27. Четырехмерное усвоение данных.
28. Структура и возможности программного комплекса ПАРРАД.
29. Модель распространения примеси в водной среде.
30. Структура и возможности программного комплекса НЕПТУН.

Критерии оценивания

Студент получает:

оценку отлично(10), если получены ответы на три вопроса, нет замечаний.

оценку отлично(9), если получены ответы на три вопроса, есть отдельные замечания.
оценку отлично(8), если получены ответы на три вопроса, есть существенные замечания и (или) ошибки в вычислениях.
оценку хорошо(7), если получены ответы на два вопроса, нет замечаний
оценку хорошо(6), если получены ответы на два вопроса, есть отдельные замечания
оценку хорошо(5), если получены ответы на два вопроса, есть существенные замечания и (или) ошибки в вычислениях.
оценку удовлетворительно(4), если получен ответ на один вопрос, нет замечаний
оценку удовлетворительно(3), если получен ответ на один вопрос, есть замечания
оценку неудовлетворительно(2), если правильные ответы на вопросы отсутствуют, но студент понимает и может объяснить смысл вопросов.
оценку неудовлетворительно(1), если правильные ответы на вопросы отсутствуют, студент не может объяснить смысл заданных вопросов.

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

Для данного курса принята следующая процедура оценивания:

Студент получает три вопроса, и готовится не менее 45 минут.

При этом он может пользоваться программой курса, конспектом лекций и справочной литературой.

Опрос студента не превышает 1 астрономического часа.