

**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**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Системы поддержки принятия решений
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра проблем безопасного развития современных энергетических технологий
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Программу составил: В.В. Беликов, канд. физ.-мат. наук

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

## Аннотация

Курс посвящен реагированию на аварийный выброс на радиационно-опасных объектах с использованием компьютерной системы «Нострадамус». Рассматриваются основы вычислительного эксперимента – физические, математические и численные модели распространения загрязнений в атмосфере, расчет выпадений на поверхности земли, определение дозовых нагрузок на население и оценка эффективности контрмероприятий.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- изучение проблем, возникающих при аварийном выбросе радиоактивных веществ в атмосферу, и методов их решения на основе компьютерного моделирования.

#### Задачи дисциплины

- Освоение студентами методологии вычислительного эксперимента как основы компьютерной поддержки системы принятия решений.
- Изучение основных физических процессов при выбросе радиоактивных веществ в атмосферу, их миграции, дозовых нагрузок на человеческий организм и мерах по уменьшению вреда.
- Использование иерархий математических моделей и вычислительных алгоритмов в условиях реагирования в реальном масштабе времени.
- Расширение использования компьютерных систем в условиях нормальной обстановки ядерно-энергетических объектов.

### 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-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач 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
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов

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-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	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-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- физические закономерности процессов переноса радионуклидов в атмосфере, гидросфере и литосфере и математические модели, описывающие эти процессы;
- методы оценки концентраций загрязнителей и их воздействия на человека;
- источники радиации в биосфере и радиоактивное загрязнение окружающей среды при использовании искусственных источников радиации;
- методики оценки дозовых нагрузок на население при использовании радиации в медицине и при получении энергии на АЭС;
- проблемы накопления, хранения и захоронения радиоактивных отходов.

уметь:

- использовать существующие методы расчетов миграции радионуклидов в окружающей среде и оценки дозовых нагрузок на население при выбросах и сбросах радионуклидов;
- оценивать ущерб и пользу применения радиационных технологий;
- определять целесообразность применения радиации в различных сферах деятельности;
- убедительно доказать экономическую и экологическую безопасность развития атомной энергетики.

владеть:

- способностью использовать полученные знания при оценке радиационной обстановки в окружающей среде для любого источника радиации;
- методами анализа уровня проектной документации с точки зрения оценки радиационного воздействия на объекты биосферы;
- умением разрабатывать оптимальные варианты использования радиационных технологий с точки зрения экологического состояния окружающей среды;
- способами оценки ущерба и пользы применения радиационных технологий.

### 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	Вычислительный эксперимент.		6		3
2	Атмосферный перенос примесей.		8		3
3	Радиоактивный распад.		8		3

4	Непрерывный выброс.		4		3
5	Система Нострадамус.		4		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: 1 (Осенний)

##### 1. Вычислительный эксперимент.

Идеология. Этапы и участники.

Математические модели. Законы сохранения. Иерархия моделей. Упрощения.

Реализация на примере пакета «Нострадамус». Исходные данные и целевые функции.

Представление результатов.

##### 2. Атмосферный перенос примесей.

Модели переноса. Начальная стадия выброса.

Адвекция и диффузия.

Метеорология.

Потери в облаке.

Приземные концентрации и выпадения.

##### 3. Радиоактивный распад.

Цепочки.

Пути облучения.

Расчет доз и выпадений.

Мониторинг. Восстановление характеристик источника.

Контрмероприятия.

##### 4. Непрерывный выброс.

Модели непрерывных выбросов.

Экологическое воздействие работающих установок.

##### 5. Система Нострадамус.

Практическое использование системы. Аварийное реагирование. Чернобыльский след. Рязанская ГРЭС.

Практикум по работе с пакетом в кризисном центре. Расчет и анализ варианта выброса.

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

Необходимое оборудование для занятий: учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

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. Арутюнян Р.В. и др. Компьютерная система "Нострадамус" для поддержки принятия решений при аварийных выбросах на радиационно опасных объектах. Известия Академии наук, сер.Энергетика, N4, 1995г стр.19-31.
2. Арутюнян Р.В. и др. Новые эффективные численные методики моделирования процессов распространения радионуклидов в атмосфере и их практическое использование. Известия Академии наук, сер.Энергетика, N4, 1995г стр.31-45.
3. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий //(ОНД-86),- Л.,Гидрометеиздат, 1987,94с.

## Дополнительная литература

1. Справочник. Атмосфера.-Л.: Гидрометеиздат, 1991.
2. Общие положения безопасности АЭС. Методы расчета распространения радиоактивных веществ с АЭС и облучения окружающего населения //Безопасность в атомной энергетике: Нормативно-технический документ 38.220.56-84.- М.: Энергоатомиздат, 1984,т.1, ч.1, 52 с.

## **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, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- подготовку к практическим занятиям и 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)

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

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** В.В. Беликов, канд. 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-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач 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
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
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-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	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-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Системы поддержки принятия решений» обучающийся должен:

**знать:**

- физические закономерности процессов переноса радионуклидов в атмосфере, гидросфере и литосфере и математические модели, описывающие эти процессы;
- методы оценки концентраций загрязнителей и их воздействия на человека;
- источники радиации в биосфере и радиоактивное загрязнение окружающей среды при использовании искусственных источников радиации;
- методики оценки дозовых нагрузок на население при использовании радиации в медицине и при получении энергии на АЭС;
- проблемы накопления, хранения и захоронения радиоактивных отходов.

**уметь:**

- использовать существующие методы расчетов миграции радионуклидов в окружающей среде и оценки дозовых нагрузок на население при выбросах и сбросах радионуклидов;
- оценивать ущерб и пользу применения радиационных технологий;
- определять целесообразность применения радиации в различных сферах деятельности;
- убедительно доказать экономическую и экологическую безопасность развития атомной энергетики.

**владеть:**

- способностью использовать полученные знания при оценке радиационной обстановки в окружающей среде для любого источника радиации;
- методами анализа уровня проектной документации с точки зрения оценки радиационного воздействия на объекты биосферы;
- умением разрабатывать оптимальные варианты использования радиационных технологий с точки зрения экологического состояния окружающей среды;
- способами оценки ущерба и пользы применения радиационных технологий.

### **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**

Аттестация проводится в устной форме. Студенту предлагаются три вопроса.

Вопросы к дифференцированному зачету 9 семестре:

1. Начальная стадия выброса.
2. Стационарная модель «Пожар».
3. Уравнения баланса. Вовлечение.
4. Стационарный профиль температуры.
5. Потенциальная температура.
6. Малые отклонения: устойчивость атмосферы.
7. Малые отклонения: частота Брандта- Вайселя.
8. Уравнение атмосферного переноса.
9. Адвекция, диффузия.
10. Стохастический подход.
11. Вывод уравнения адвекции-диффузии из стохастического подхода.
12. Метод блуждающих облаков.
13. Расчет приземных концентраций и выпадений в методе облаков.
14. Сухие и влажные потери.
15. Монотонность и консервативность.
16. Радиоактивный распад.
17. Цепочки и разветвления.
18. Расчет распада для простой цепочки.
19. Распад после прохождения облака.
20. Долговременные последствия после прохождения облака.
21. Пути облучения.
22. Целевые функции облучения.
23. Расчет доз и выпадений.

24. Полубесконечная дозиметрическая модель.
25. Уточненная дозиметрическая модель.
26. Обратная задача.
27. Мониторинг. Восстановление источника.
28. Контрмероприятия на острой фазе радиологической аварии.
29. Йодистая профилактика.
30. Укрытие.
31. Эвакуация.
32. Возможный критерий вмешательства.
33. Обязательный критерий вмешательства.

Задания для самостоятельной работы:

1. Описать характерный сценарий выброса.
2. Подготовить пошаговую инструкцию расчета варианта выброса.
3. С помощью системы «Нострадамус» на основе базового варианта (файл исходных данных прилагается) провести расчеты для демонстрации влияния основных параметров выброса:
  - эффективная высота,
  - устойчивость атмосферы,
  - осадки, шероховатость,
  - нуклидный состав,
  - распад.
4. Графически продемонстрировать влияние, описать сравнение демонстрационных материалов.

#### 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.