

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра метеорологии и охраны атмосферы

Авторы-составители: **Шкляев Владимир Александрович**

Программа учебной практики

**УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА ПО МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ**

Код УМК 91801

Утверждено
Протокол №8
от «01» июня 2022 г.

Пермь, 2022

1. Вид практики, способ и форма проведения практики

Вид практики **учебная**

Тип практики **практика по получению первичных профессиональных умений и навыков**

Способ проведения практики **стационарная, выездная**

Форма (формы) проведения практики **дискретная**

2. Место практики в структуре образовательной программы

Учебная практика « Учебная практика по математическому моделированию загрязнения атмосферы » входит в вариативную часть Блока « М.2 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **05.04.04** Гидрометеорология

направленность Метеорологическое обеспечение экономической деятельности и управления территориями

Цель практики :

— закрепление студентами знаний, полученных при изучении теоретических курсов о современных моделях переноса примесей в атмосфере на близкие и дальние расстояния.

Задачи практики :

- освоение теории турбулентной диффузии в приземном и пограничном слое атмосферы;
- закрепление знаний о способах расчета переноса загрязняющих веществ в атмосфере;
- знакомство с моделями переноса загрязняющих веществ в пограничном слое атмосферы и вне его.

3. Перечень планируемых результатов обучения

В результате прохождения практики **Учебная практика по математическому моделированию загрязнения атмосферы** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

05.04.04 Гидрометеорология (направленность : Метеорологическое обеспечение экономической деятельности и управления территориями)

ПК.2 Способен проводить экспериментальные исследования в области прикладной метеорологии и охраны окружающей среды

Индикаторы

ПК.2.2 Решает научно-исследовательские и профессиональные задачи в области охраны окружающей среды

ПК.7 Способен определять ресурсы, условия и нормативно-правовое обеспечение для организации необходимых исследований и изысканий

Индикаторы

ПК.7.4 Разрабатывает и согласовывает проектные материалы, обосновывающие нормативы допустимых выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду

УК.3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели

Индикаторы

УК.3.3 Выступает с публичными презентациями проектов

4. Содержание и объем практики, формы отчетности

Учебная практика по математическому моделированию загрязнения атмосферы входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений цикла подготовки студентов по направлению 05.04.04 «Гидрометеорология» (степень «Магистр»). При прохождении практики закрепляются теоретические основы процессов в пограничном слое атмосферы, рассматриваются условия распространения примесей в атмосферном воздухе, разнообразные подходы к моделированию переноса и рассеивания примесей, методы моделирования переноса и рассеивания примесей в пограничном слое атмосферы и в свободной атмосфере. Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: входной контроль в форме письменной контрольной работы, защита отчетов по учебной практике. Аттестация по усвоению содержания практики проводится в форме защиты отчетов. Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (36 часов) и 72 часа самостоятельной работы студента.

Направления подготовки	05.04.04 Гидрометеорология (направленность: Метеорологическое обеспечение экономической деятельности и управления территориями)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для прохождения практики	2
Объем практики (з.е.)	3
Объем практики (ак.час.)	108
Форма отчетности	Экзамен (2 триместр)

Примерный график прохождения практики

Количество часов	Содержание работ	Место проведения
Учебная практика по математическому моделированию загрязнения атмосферы		
108	Рассматриваются условия распространения примесей в атмосферном воздухе, разнообразные подходы к моделированию переноса и рассеивания примесей, методы моделирования переноса и рассеивания примесей в пограничном слое атмосферы и в свободной атмосфере.	Кафедра метеорологии и охраны атмосферы ПГНИУ
Введение. Основные понятия о турбулентной диффузии примеси, теории диффузии		
36	Общие сведения о загрязнении атмосферы вредными веществами. Типы источников загрязнения атмосферы. "Лагранжевы" и "Эйлеровы" способы описания движения частиц. Понятие приземного и пограничного слоя атмосферы. Профили температуры воздуха, влажности и вектора скорости ветра в приземном и пограничном слое.	Кафедра метеорологии и охраны атмосферы ПГН
Турбулентность в приземном слое атмосферы		
18	Атмосферная турбулентность. Число Рейнольдса. Влияние плавучести. Число Ричардсона. Фикковская диффузия. К-теория, проблемы замыкания.	Кафедра метеорологии и охраны атмосферы ПГНИУ

Количество часов	Содержание работ	Место проведения
Турбулентность в пограничном слое атмосферы		
18	Статистические теории турбулентной диффузии. Проблемы осреднения. Гауссова диффузионная модель струи. Негауссовы диффузионные модели.	Кафедра метеорологии и охраны атмосферы ПГНИУ
Инженерные методы расчета распространения загрязняющих веществ		
36	Даются основные подходы к моделированию переноса примеси в пограничном слое атмосферы (теория градиентного переноса и стохастическая теория)	Кафедра метеорологии и охраны атмосферы ПГНИУ
Методы расчета турбулентной диффузии, основанные на теории градиентного переноса		
18	Методы расчета турбулентной диффузии, основанные на теории градиентного переноса. Уравнение турбулентной диффузии примеси в атмосфере. Варианты решения уравнения турбулентной диффузии. Решение уравнения турбулентной диффузии при заданном профиле коэффициента турбулентности и ветра.	Кафедра метеорологии и охраны атмосферы ПГНИУ
Решение уравнения турбулентной диффузии при заданном профиле коэффициента турбулентности		
18	Решение уравнения турбулентной диффузии при заданном профиле коэффициента турбулентности и ветра. ОНД-86. Практическая реализация методики. Унифицированные программы расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА). Даются основные подходы к моделированию переноса примеси в пограничном слое атмосферы (теория градиентного переноса и стохастическая теория).	Кафедра метеорологии и охраны атмосферы ПГНИУ
Трехмерные модели диффузии вредных веществ в атмосфере в пограничном слое		
24	Теоретическая модель переноса примесей в атмосфере на близкие расстояния. Модели атмосферного пограничного слоя. Численная модель АПС для расчета характеристик турбулентности, определяющих перенос и рассеивание примеси. Стохастическое моделирование турбулентной диффузии.	Кафедра метеорологии и охраны атмосферы ПГНИУ
Перенос примеси на дальние расстояния		
12	Региональный и дальний перенос примесей в атмосфере. Траекторные модели переноса примесей в атмосфере. Расчет сухого и влажного осаждения. Учет процессов трансформации загрязняющих веществ в атмосфере. Трансграничный перенос загрязняющих веществ. Нормирование уровня загрязнения на основе УПРЗА-Эколог.	Кафедра метеорологии и охраны атмосферы ПГНИУ Для обучающихся с ОВЗ и инвалидностью предусмотрены альтернативные места

Количество часов	Содержание работ	Место проведения
	Формы проведения практики для лиц с ОВЗ и инвалидностью определяются с учетом особенностей психофизиологического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья обучающихся. Возможны изменения временных рамок прохождения текущей промежуточной аттестации, а именно предусмотрено увеличение времени на подготовку и сдачу отчета по практике.	проведения практики, индивидуально предусмотренные, с учетом рекомендаций психолого-медико-педагогической комиссии или МСЭ.

5. Перечень учебной литературы, необходимой для проведения практики

Основная

1. Шкляев В. А., Шкляева Л. С. Метеорологические основы охраны окружающей среды: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров "Гидрометеорология"/В. А. Шкляев, Л. С. Шкляева.-Пермь, 2016, ISBN 978-5-7944-2665-6.-163.
2. Калинин Н. А., Связов Е. М. Динамическая метеорология: практикум : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Гидрометеорология"/Н. А. Калинин, Е. М. Связов.-Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2017, ISBN 978-5-7944-2934-3.-1.-Библиогр.: с. 74-75 <https://elis.psu.ru/node/440388>

Дополнительная

1. Шварц К. Г., Шкляев В. А. Математическое моделирование задач окружающей среды (моделирование глобальных процессов): учебное пособие по спецкурсу/К. Г. Шварц, В. А. Шкляев.-Пермь, 2002, ISBN 5-7944-0265-2.-106.-Библиогр.: с. 104-105
2. Ясовеев, М. Г. Экология урбанизированных территорий : учебное пособие / М.Г. Ясовеев, Н.Л. Стреха, Д.А. Пацыкайлик ; под ред. проф. М.Г. Ясовеева. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 293 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010302-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система Znanium : [сайт]. <https://elis.psu.ru/node/619667>
3. Берлянд Марк Евсеевич Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы/Отв.ред.Р.И.Оникул.-Л.: Гидрометеиздат, 1985.-272.
4. Воздействие на окружающую среду кратковременных выбросов большой мощности: учебное пособие/В. М. Сулонов [и др.].-Пермь:[б. и.], 2005, ISBN 5-7944-0504-X.-1.-Библиогр.: с. 111-115 <http://k.psu.ru/library/node/220689>
5. Поморцева А. А., Связов Е. М. Метеорологические информационные системы. ГИС Метео: практикум : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Гидрометеорология"/А. А. Поморцева, Е. М. Связов.-Пермь: ПГНИУ, 2017, ISBN 978-5-7944-2884-1.-1. <https://elis.psu.ru/node/429595>

6. Перечень ресурсов сети «Интернет», требуемых для проведения практики

При прохождении практики требуется использование следующих ресурсов сети «Интернет» :

http://ipk.meteor.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=187&Itemid=75 Учебные материалы

7. Перечень информационных технологий, используемых при проведении практики

Образовательный процесс по практике **Учебная практика по математическому моделированию загрязнения атмосферы** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

1. Презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий)
2. Доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
3. Доступ в электронную информационно-образовательную среду университета
4. Офисный пакет «LibreOffice»
5. УПРЗА-Эколог
6. ALT Linux

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

1. Вычисление n.doc
2. Лаб 4 МЗА.doc
3. лабораторная №4 пример.xls

8. Описание материально-технической базы, необходимой для проведения практики

1. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)

Аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

2. Групповые (индивидуальные) консультации

Аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

3. Текущий контроль и промежуточная аттестация

Аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

4. Самостоятельная работа

Лаборатория кафедры метеорологии и охраны атмосферы, оснащённая специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При прохождении учебной практики «математическое моделирование загрязнения атмосферы» студент закрепляет теоретические знания, полученные при изучении физической и динамической метеорологии, метеорологических основ охраны окружающей среды, численных методов прогноза погоды. Студент знакомится с условиями распространения примесей в атмосферном воздухе, изучает разнообразные подходы к моделированию переноса и рассеивания примесей, методы моделирования переноса и рассеивания примесей в пограничном слое атмосферы и в свободной атмосфере. Аттестация по учебной практике проводится в форме защиты отчетов. Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часа. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (36 часов). На самостоятельную работу студента отводится 72 часа. При изучении предмета необходимо выполнить 5 лабораторных работ и подготовиться к 3-м семинарским занятиям.

Фонды оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции. Индикаторы и критерии их оценивания

ПК.2

Способен проводить экспериментальные исследования в области прикладной метеорологии и охраны окружающей среды

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.2.2 Решает научно-исследовательские и профессиональные задачи в области охраны окружающей среды	Знает особенностей применения "Лагранжевых" и "Эйлеровых" способов описания движения частиц, основные особенности приземного слоя атмосферы. Умеет оценивать профили температуры воздуха, вектора скорости ветра, примеси, влажности на основе теории подобия.	Неудовлетворительно Нет раздела отчета или нет изложения отличий чисел Рейнольдса и Ричардсона. Не приведено, какие уравнения входят в различные модели пограничного слоя атмосферы. Нет оценки характеристики приземного и пограничного слоя атмосферы. Удовлетворительно В разделе отчета ошибки при определении "Лагранжевых" и "Эйлеровых" способов описания движения частиц. Дается описание отличий приземного и пограничного слоев атмосферы. Ошибки при оценке профилей температуры воздуха, вектора скорости ветра, примеси, влажности. Ошибки при определении чисел Рейнольдса и Ричардсона. Хорошо В разделе отчета приведены различия "Лагранжевых" и "Эйлеровых" способов описания движения частиц. Раскрываются основные особенности приземного с пограничного слоев атмосферы. В разделе отчета описываются основы теории подобия, рекомендованные универсальные функции для оценки профилей температуры воздуха, вектора скорости ветра, примеси, влажности. Описываются различия между числами Рейнольдса и Ричардсона. Отлично В разделе отчета дается подробное описание особенностей применения "Лагранжевых" и "Эйлеровых" способов описания движения частиц. Раскрыты основные особенности приземного и пограничного слоев атмосферы. В разделе отчета описываются основы теории подобия, рекомендованные

		Отлично универсальные функции. На основе теории подобия показано, как можно оценить профили температуры воздуха, вектора скорости ветра, примеси, влажности. Описываются различия между числами Рейнольдса и Ричардсона, дается объяснение потокового и градиентного числа Ричардсона.
--	--	---

ПК.7

Способен определять ресурсы, условия и нормативно-правовое обеспечение для организации необходимых исследований и изысканий

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.7.4 Разрабатывает и согласовывает проектные материалы, обосновывающие нормативы допустимых выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду	Знает особенности регионального и дальнего переноса примесей в атмосфере, особенности реализации траекторных моделей переноса примесей в атмосфере. Умеет оценивать способы расчета сухого и влажного осаждения. Владеет методами оценки трансформации загрязняющих веществ в атмосфере.	Неудовлетворительно Нет раздела отчета или нет подробного изложения принципов моделирования атмосферного пограничного слоя, реализации численной модели АПС. Не изложены основы стохастического моделирования турбулентной диффузии. Удовлетворительно В разделе отчета приведены принципы моделирования атмосферного пограничного слоя, показано, как реализуется численная модель АПС, но не приведены особенности расчета характеристик турбулентности, переноса и рассеивания примеси. При определении стохастического моделирования турбулентной диффузии допущены ошибки. Хорошо В разделе отчета изложены особенности моделей атмосферного пограничного слоя, особенности реализации численных моделей АПС для расчета характеристик турбулентности, определяющих перенос и рассеивание примеси. Дается качественное стохастического моделирования турбулентной диффузии. Отлично В разделе отчета подробно приведены различные модели атмосферного пограничного слоя. Показано, как практически реализуется численная модель АПС для расчета характеристик

		Отлично турбулентности, определяющих перенос и рассеивание примеси. Дается качественное описание основы стохастического моделирования турбулентной диффузии.
--	--	---

УК.3

Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
УК.3.3 Выступает с публичными презентациями проектов	Знает различные модели атмосферного пограничного слоя. Умеет реализовать на практике численную модель АПС для расчета характеристик турбулентности, определяющих перенос и рассеивание примеси. Умеет интерпретировать результаты расчетов УПРЗА для решения природоохранных задач. Владеет способностью качественно описать основы стохастического моделирования турбулентной диффузии.	Неудовлетворительно Не может различить региональный и дальний перенос примесей в атмосфере. Не знает, что такое траекторная модель переноса примесей, какие характеристики в ней используются. Не может объяснить, что такое трансформация загрязняющих веществ в атмосфере. Нет раздела отчета. Не знает основных положений методики ОНД-86. Ошибается при выполнении расчетов загрязнения атмосферы с помощью УПРЗА-Эколог. Не может объяснить, как формируются особенности поля максимальных концентраций. Удовлетворительно В разделе отчета показаны различия регионального и дальнего переноса примесей в атмосфере. Раскрывается, что такое траекторная модель переноса примесей, что такое сухое и влажное осаждение. Имеются ошибки при объяснении понятия трансформации загрязняющих веществ в атмосфере. Ошибается при оценке методики ОНД-86. Ошибается при выполнении расчетов загрязнения атмосферы с помощью УПРЗА-Эколог. Ошибается при выявлении особенностей поля максимальных концентраций, вкладов различных источников и зон их влияния. Хорошо В разделе отчета показаны отличия регионального и дальнего переноса примесей в атмосфере. Даются характеристики траекторных моделей переноса примесей, особенности расчета

		Хорошо сухого и влажного осаждения. Сформулированы принципы оценки трансформации загрязняющих веществ в атмосфере. Знает особенности профилей коэффициента турбулентности, ветра, используемых при реализации методики ОНД-86. Способен выполнять расчеты загрязнения атмосферы с помощью УПРЗА-Эколог. Может проанализировать полученные результаты, выявить зоны максимальных концентраций, вклады различных источников и зоны их влияния. Отлично В разделе отчета изложены особенности регионального и дальнего переноса примесей в атмосфере, особенности реализации траекторных моделей переноса примесей в атмосфере. Дается оценка способов расчета сухого и влажного осаждения. Показано, как оценить трансформацию загрязняющих веществ в атмосфере. Знает особенности решения уравнения турбулентной диффузии при заданном профиле коэффициента турбулентности и ветра. Знает основные положения методики ОНД-86. Способен выполнять расчеты загрязнения атмосферы с помощью УПРЗА-Эколог. Может проанализировать полученные результаты, выявить зоны максимальных концентраций, вклады различных источников и зоны их влияния.
--	--	--

Оценочные средства

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Защищаемое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации :
время отводимое на доклад 2

Показатели оценивания

Не может дать определений "Лагранжевых" и "Эйлеровых" способов описания движения частиц. Не может сформулировать понятие приземного слоя атмосферы. Не может оценить профили температуры воздуха, вектора	Неудовлетворительно
---	----------------------------

скорости ветра, примеси, влажности. Не знает отличий чисел Рейнольдса и Ричардсона. Не знает, какие уравнения входят в различные модели пограничного слоя атмосферы. Не может оценить характеристики пограничного слоя атмосферы. Не может объяснить смысл отдельных слагаемых уравнения турбулентной диффузии. Не знает, как использовать Гауссовую модель для оценки поля концентраций примеси. Не знает основных положений методики ОНД-86. Ошибается при выполнении расчетов загрязнения атмосферы с помощью УПРЗА-Эколог. Не может объяснить, как формируются особенности поля максимальных концентраций. Не знает принципов моделирования атмосферного пограничного слоя. Не знает, как реализуется численная модель АПС. Не знает основ стохастического моделирования турбулентной диффузии. Не может различить региональный и дальний перенос примесей в атмосфере. Не знает, что такое траекторная модель переноса примесей, какие характеристики в ней используются. Не может объяснить, что такое трансформация загрязняющих веществ в атмосфере.	Неудовлетворительно
Путается при определении "Лагранжевых" и "Эйлеровых" способов описания движения частиц. Знает что такое приземный слой атмосферы. Ошибается при оценке профилей температуры воздуха, вектора скорости ветра, примеси, влажности. Путается при определении чисел Рейнольдса и Ричардсона. Имеет общее представление о моделировании пограничного слоя атмосферы. Ошибается при оценке характеристики пограничного слоя атмосферы. Не различает варианты решения уравнения турбулентной диффузии при наиболее типичных граничных условиях. Ошибается при использовании Гауссовой модели для оценки поля концентраций примеси. Не может оценить роли сигма-кривых при оценке факела примеси. Ошибается при оценке методики ОНД-86. Ошибается при выполнении расчетов загрязнения атмосферы с помощью УПРЗА-Эколог. Ошибается при выявлении особенностей поля максимальных концентраций, вкладов различных источников и зон их влияния. Знает принципы моделирования атмосферного пограничного слоя. Знает, как реализуется численная модель АПС, но не знает особенностей расчета характеристик турбулентности, переноса и рассеивания примеси. Путается при определении стохастического моделирования турбулентной диффузии.	Удовлетворительно
Знает различия "Лагранжевых" и "Эйлеровых" способов описания движения частиц. Знает основные особенности приземного слоя атмосферы. Знает основы теории подобия, может использовать рекомендованные универсальные функции для оценки профилей температуры воздуха, вектора скорости ветра, примеси, влажности. Знает различия между числами Рейнольдса и Ричардсона. Может дать характеристику различным моделям пограничного слоя атмосферы. Может оценить характеристики пограничного слоя атмосферы: профили	Хорошо

температуры, влажности, коэффициента турбулентности, условия баланса различных видов энергии. Знает варианты решения уравнения турбулентной диффузии при характерных граничных условиях. Может использовать решение уравнения для оценки поля концентраций примеси (Гауссова модель). Может объяснить особенности поля концентраций в зависимости от стратификации атмосферы и высоты источника. Знает особенности профилей коэффициента турбулентности, ветра, используемых при реализации методики ОНД-86. Способен выполнять расчеты загрязнения атмосферы с помощью УПРЗА-Эколог. Может проанализировать полученные результаты, выявить зоны максимальных концентраций, вклады различных источников и зоны их влияния. Знает особенности моделей атмосферного пограничного слоя. Знает особенности реализации численных моделей АПС для расчета характеристик турбулентности, определяющих перенос и рассеивание примеси. Знает основы стохастического моделирования турбулентной диффузии. Знает отличия регионального и дальнего переноса примесей в атмосфере. Знает характеристики траекторных моделей переноса примесей. Различает особенности расчета сухого и влажного осаждения. Может сформулировать принципы оценки трансформации загрязняющих веществ в атмосфере.	Хорошо
Знает особенности применения "Лагранжевых" и "Эйлеровых" способов описания движения частиц. Знает основные особенности приземного слоя атмосферы. На основе теории подобия может оценить профили температуры воздуха, вектора скорости ветра, примеси, влажности. Знает, что определяет число Рейнольдса и Ричардсона. Знает различные модели пограничного слоя атмосферы. Может оценить характеристики пограничного слоя атмосферы: профили температуры, влажности, коэффициента. Знает различные виды уравнений турбулентной диффузии примеси в атмосфере. Знает варианты решения уравнения турбулентной диффузии при характерных граничных условиях. Может использовать решение уравнения для оценки поля концентраций примеси (Гауссова модель). Знает особенности решения уравнения турбулентной диффузии при заданном профиле коэффициента турбулентности и ветра. Знает основные положения методики ОНД-86. Способен выполнять расчеты загрязнения атмосферы с помощью УПРЗА-Эколог. Может проанализировать полученные результаты, выявить зоны максимальных концентраций, вклады различных источников и зоны их влияния. Может записать различные модели атмосферного пограничного слоя. Знает, как практически реализуется численная модель АПС для расчета характеристик турбулентности, определяющих перенос и рассеивание примеси. Знает основы стохастического моделирования турбулентной диффузии. Знает особенности регионального и дальнего переноса примесей в атмосфере. Знает особенности реализации траекторных моделей переноса	Отлично

примесей в атмосфере. Может оценить сухое и влажное осаждение. Знает, как оценить трансформацию загрязняющих веществ в атмосфере.	Отлично
---	----------------