

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГАОУ ВО "Новосибирский национальный
исследовательский государственный университет"**

Факультет естественных наук

УТВЕРЖДАЮ



Декан ФЕН НГУ, профессор

Резников В.А.

« 29 » августа 2014 г.

Химия атмосферы

Программа специального курса

Специальность 020201 «Фундаментальная и прикладная химия»

Специализация

**Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая
безопасность**

Квалификация выпускника

Специалист

Форма обучения

Очная

Курс 4-й, VII семестр

Учебно-методический комплекс

УМК подготовлен в рамках реализации Программы развития НИУ-НГУ при поддержке ГК № 16.512.11.2160

© Новосибирский государственный университет, 2014

Содержание:

Аннотация рабочей программы	3
1. Цели освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре ООП	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины "Химия атмосферы"	4
4. Структура и содержание дисциплины	4
Рабочий план	4
Программа курса лекций	5
5. Образовательные технологии	6
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины	6
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	7
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	8

Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Химия атмосферы» относится к вариативной части (дисциплины специализации) профессионального цикла ООП по специальности подготовки 020201 «Фундаментальная и прикладная химия» (специалист), специализация «Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность». Дисциплина реализуется кафедрой химии окружающей среды на факультете естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ).

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с химическим составом атмосферы, источниками ее загрязнения, процессами переноса загрязнений и химическими процессами, протекающими в атмосфере.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника общекультурных компетенций: ОК-15; профессиональных компетенций: ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-21, ПК-23.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, самостоятельная работа студента.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 академических часа. Программой дисциплины предусмотрены 36 часов лекционных занятий, 30 часов самостоятельной работы студентов. Остальное - контроль в форме коллоквиума и экзамена.

1. Цели освоения дисциплины

Цель курса – познакомить студентов с химическими процессами, протекающими в земной атмосфере, а также с последствиями антропогенного загрязнения атмосферы.

Задачи курса – дать базовые понятия, характеризующие состояние, взаимодействие и эволюцию основных биогеохимических циклов в условиях функционирования системы земля – атмосфера - солнечное излучение; охарактеризовать основные каналы процессов ввода и вывода веществ из атмосферы.

Основу курса составляют разделы, связанные с изучением проблем образования загрязняющих атмосферу веществ, которые включают как естественные, так и антропогенные источники, механизмы поступления их в атмосферу, выявляется определяющая роль солнечного излучения в механизмах вывода загрязнений из атмосферы.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Химия атмосферы» является частью профессионального цикла ООП, вариативная часть (дисциплины специализации) при подготовке по специальности 020201 «Фундаментальная и прикладная химия», специализация «Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность», уровень подготовки – «специалист».

Дисциплина «Химия атмосферы» опирается на следующие дисциплины ООП по циклу химических дисциплин:

- Физическая химия (фазовые переходы, растворимость);
- Неорганическая химия (химия кислородных соединений азота и серы, озон);
- Органическая химия (алканы, алкены, ароматические углеводороды, альдегиды, карбоновые кислоты);
- Химическая кинетика (кинетика многостадийных реакций, константа скорости химической реакции, свободнорадикальные реакции, время жизни реагента);
- Химическая термодинамика (термодинамика химических процессов, термодинамика открытых систем).

Результаты освоения дисциплины «Химия атмосферы» используются в следующих дисциплинах данной ООП:

- Моделирование трансформации и переноса веществ;

- Геохимия;
- Химия почв.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Химия атмосферы»:

общекультурные компетенции:

- способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-15);

профессиональные компетенции:

- понимание сущности и социальной значимости профессии, основных перспектив и проблем, определяющих конкретную область деятельности (ПК-1);
- понимание роли естественных наук (химии в том числе) в выработке научного мировоззрения (ПК-2);
- способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук (ПК-3);
- способностью определять и анализировать проблемы, планировать стратегию их решения (ПК-21);
- владение базовыми понятиями экологической химии, способностью оценить экологические риски производств и применять принципы зеленой химии при разработке химических реакций и технологических производств (ПК-23);

, В результате освоения курса обучающийся должен:

- знать основные понятия химии атмосферы, критерии чистоты воздуха;
- уметь прогнозировать влияние разнообразных источников загрязнения воздуха на состояние биосферы;
- владеть навыками решения задач о механизмах и кинетике трансформации и переноса примесей в атмосфере.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа.

Рабочий план курса

Наименование разделов и тем	Неделя	Лекции	Самостоятельная работа	Коллоквиум	Экзамен	Текущий и промежуточный контроль
1. Структура, динамика и состав атмосферы	1-2	4	2			
2. Фотохимические процессы в атмосфере	3-4	4	2			
3. Метан и углеводороды в атмосфере.	5-8	8	2			тестирование
4. Озон и его роль	9-13	10	2			тестирование
5. Неорганические окислы, кислотные дожди	14-16	5	2	2		коллоквиум
6. Аэрозоль	16-18	5	2			
			18		4	Экзамен
Итого по курсу: 72 ч.	18	36	30	2	4	

Программа курса лекций

Тема 1. Структура, динамика и состав атмосферы

Основные понятия, характеризующие структуру атмосферы. Давление в атмосфере и его зависимость от высоты, Температура в атмосфере и зависимость температуры от высоты. Понятие о сухо-адиабатическом и влажно-адиабатическом коэффициентах. Представления о тропопаузе, стратопаузе, мезопаузе, термопаузе. Времена переноса веществ из северного полушария в южное и обратно, между востоком и западом, между поверхностью Земли и тропопаузой, между тропосферой и стратосферой. Общее представление о малых газовых составляющих атмосферы. Ветры в атмосфере. Основные дифференциальные уравнения, описывающие перенос в атмосфере.

Тема 2. Фотохимические процессы в атмосфере.

Спектр солнечного излучения, понятие о сечении поглощения, квантовый выход фотохимического процесса и его зависимость от длины волны. Эволюция энергии электронного возбуждения в молекулах – понятия комбинационных и интеркомбинационных переходов. Кинетика фотохимических реакций, определение кинетических параметров – констант скоростей и энергий активации в фотохимических реакциях. Фотохимические реакции с участием окислов азота, серы, альдегидов.

Тема 3. Метан и углеводороды в атмосфере.

Источники метана в атмосфере: естественные и антропогенные. Механизм формирования метана в источниках, образование метана в болотах, рисовых полях, озерах. Физико-химическое описание механизмов транспорта метана из этих источников: молекулярная диффузия, пузырьковый транспорт, транспорт через растения. Химические реакции метана в атмосфере, его концентрация и процессы вывода. Регулирование мощности источников метана. Этан, бензол, изопрен в атмосфере, их источники и стоки.

Тема 4. Озон и его роль

Образование озона в тропосфере и стратосфере. Цикл Чепмена. Защитная функция озона. Примеси, разрушающие озон. Регуляция потока примесей в атмосферу. Фреоны и их замещение. Озонная дыра, ее причины и трансформация.

Тема 5. Неорганические окислы, кислотные дожди

Образование окислов серы и азота в атмосфере, роль молний, роль океанов в поступлении серусодержащих веществ. Окисление в атмосфере серусодержащих веществ. Образование из окислов кислот и кислотные выпадения. Меры борьбы с кислотными дождями.

Тема 6. Аэрозоль

Аэрозоль в атмосфере: дисперсионный и конденсационный характер образования. Понятие о модах в распределении по размерам, коагуляционная, аккумуляционная и седиментационная моды. Источники и стоки аэрозолей. Основные дифференциальные уравнения, управляющие образованием, трансформацией и выпадением аэрозолей. Роль аэрозолей в регуляции климата.

5. Образовательные технологии

В курсе предусматриваются традиционные лекционные системы обучения, использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Формы организации учебного процесса – лекции, тестирование, коллоквиумы и самостоятельная работа студента.

Каждое лекционное занятие содержит элементы диалога преподавателя со студентами, поскольку каждый из участников – студенты или преподаватель имеют право задавать вопросы в ходе решения задачи и участвовать в ее разборе. Таким образом, на лекциях реализуется интерактивная форма обучения.

Важной формой обучения являются коллоквиумы, проводимые в форме беседы преподавателя со студентом, в которую при желании может вмешиваться любой студент группы. Здесь студент может получить ответы на все интересующие его вопросы по предмету.

В случае возникновения у студента трудностей с усвоением лекционного материала или решением задач предусмотрены также индивидуальные занятия во внеучебное время.

Стоит отметить, что преподаватель курса является действующим специалистом в области физической химии. В связи с этим студентам часто предлагается решать не умозрительные шаблонные задачи, а задачи, построенные на реальных объектах, приближенных к практике научных исследований.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Студенты выполняют самостоятельную работу при подготовке к лекциям, используя конспекты и рекомендованную литературу. Текущий контроль осуществляется проведением проверочных работ по принципу письменного блиц-опроса, промежуточный – проведением коллоквиума.

Примерный перечень вопросов для текущего и промежуточного контроля:

1. Состав атмосферы, масса, распределение плотности с высотой.
2. Соединения серы в атмосфере, их источники и реакции.
3. Ацетилен присутствует в атмосфере над океанами в концентрации 0,1 ppbv. Считая, что концентрация ацетилена в морской воде равна нулю, оценить поток ацетилена в океанические воды. Растворимость ацетилена в воде равна $1050 \text{ см}^3/\text{л}$.
4. Распределение температуры в атмосфере. Градиент температуры.
5. Неметановые углеводороды в атмосфере, их источники и реакции.
6. CO присутствует в атмосфере над океанами в концентрации 0,1 pptv. Считая, что концентрация CO в морской воде равна нулю, оценить поток CO в океанические воды. Растворимость CO в воде равна $22,7 \text{ см}^3$ в 1 л.
7. Перенос в тропосфере. Характерные времена переноса внутри тропосферы. Коэффициенты турбулентной и молекулярной диффузии.
8. Формальдегид, CO и водород в атмосфере, их источники и реакции.
9. Концентрация метана в водоеме равна предельной растворимости при атмосферном давлении и составляет 30 см^3 на 1 л. Чему равен поток метана из водоема в атмосферу?
10. Перенос между стратосферой и тропосферой.
11. Соединения азота в атмосфере, их источники и реакции.
12. Константа скорости реакции озона с сероводородом составляет $2 \cdot 10^{-20} \text{ см}^3/\text{с}$. Константа скорости реакции H_2S с радикалом OH равна $4,8 \cdot 10^{-12} \text{ см}^3/\text{с}$. По какому пути выводится сероводород из атмосферы?
13. Обмен между атмосферой и океаном.
14. Метан, его источники.
15. Вещество присутствует в атмосфере в концентрации 7 ppbv. Чему равно количество этого вещества в атмосфере?

16. Озон в стратосфере. Цикл Чепмена.
17. Реакции метана в атмосфере.
18. Вещество поступает в атмосферу только в Северном полушарии. Концентрация вещества в Южном полушарии в 4 раза ниже в среднем, чем в Северном. Каково время жизни вещества в атмосфере?
19. Природа озонной дыры.
20. Химические процессы в тропосфере.
21. Какое время требуется, чтобы вещество прошло путь, равный одному метру путем молекулярной диффузии в воздухе и в воде?
22. Гомогенная нуклеация.
23. Фреоны в атмосфере. Их источники и реакции.
24. Концентрация SO₂ составляет 20 ppbv. Температура воздуха составляет 20 °C и давление 700 мбар. Чему равна концентрация SO₂ в мг/м³?
25. Фотохимические процессы на молекулярном уровне.
26. Атмосферный аэрозоль, распределение по размерам, химический состав.
27. Чему должна равняться равновесная температура Венеры? Расстояние ее от Солнца составляет 0,723 от расстояния Земля - Солнце.
28. Кинетика химических реакций. Цепные реакции.
29. Эмиссия метана из водоемов.
30. Радикалы OH исчезают из атмосферы с константой скорости около 1 с⁻¹ с образованием радикалов HO₂. Какова стационарная концентрация радикалов HO₂?
31. Органические ненасыщенные соединения в атмосфере.
32. Изотопный состав метана в атмосфере.
33. Вода в океане имеет рН, равное 8. Какова концентрация HCO₃⁻? Параметры приведены в таблице.

Реакция	Обозначение	K(298)
CO _{2(газ)} + H ₂ O → H ₂ CO ₃	K _H	3,4*10 ⁻²
H ₂ CO ₃ + H ₂ O → H ₃ O ⁺ + HCO ₃ ⁻	K ₁	4,6*10 ⁻⁷
HCO ₃ ⁻ + H ₂ O → H ₃ O ⁺ + CO ₃ ⁻²	K ₂	4,5*10 ⁻¹¹

34. Теория броуновского движения. Выражение Эйнштейна для коэффициента диффузии.
35. Наиболее реакционные частицы в атмосфере. Их возникновение и гибель.
36. Вещество поступает в тропосферу с поверхности Земли в количестве 100 Тг/год. Оно исчезает в реакции с озоном с константой скорости 10⁻¹³ см³/с. Какова его стационарная концентрация?

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Г. Г. Дульцева. Химия атмосферы. Учебно-методическое пособие. НГУ, 2012 г.
2. P. Warneck "Chemistry of the natural atmosphere", Acad. Press, San Diego, 1988
3. J.H. Seinfeld, S.N. Pandis "Atmospheric Chemistry and Physics" J.W., N.Y., 2nd edition, 2006.

б) дополнительная литература:

1. Исидоров В.А. Органическая химия атмосферы. Химиздат. СПб., 2004, 358 с.
2. Исидоров В.А. Экологическая химия. Химиздат. СПб., 2001, 303 с.
3. И. К. Ларин. Химия ночной тропосферы. Процессы с участием органических соединений. Экологическая химия, 2011, 20 (3): 163-172
4. Бажин Н. М. Метан в окружающей среде. Аналит. обзор / Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2010. – 56 с. – (Сер. Экология. Вып. 93).
5. Методическое пособие по аналитическому контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. НИИ Атмосфера, 2012.
6. NIST Chemical Kinetics Database. Standard Reference Database 17, Version 7.0 (Web Version), Release 1.6.7 Data Version 2013.03. URL: <http://kinetics.nist.gov/kinetics/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Ноутбук, медиа-проектор, экран.
- Программное обеспечение для демонстрации слайд-презентаций.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и ОС ВПО, принятым в ФГАОУ ВО Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, с учетом рекомендаций ООП ВПО по специальности «020201 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ».

Автор: Дульцева Галина Григорьевна,
к.х.н., старший преподаватель кафедры химии окружающей среды ФЕН

Программа одобрена на заседании кафедры химии окружающей среды
"5" июня 2014 г.

Секретарь кафедры к.б.н., доцент



Л. А. Бельченко