

Курс лекций

Химия окружающей среды

Кузнецов Владимир

Алексеевич,

профессор

кафедры «Зеленая химия для
устойчивого развития» РХТУ имени Д.

И. Менделеева

(3 корпус комн. 308)

Предложения по темам НИР, руководитель Кузнецов В.А.

1. Оценка влияния водовыпусков на органолептические и основные гидрохимические показатели качества воды на различных участках реки Сетунь.
2. Определение влияния притоков и водовыпусков на загрязнение воды в реке Сетунь тяжелыми металлами.
3. Изучение процессов миграции оксидов азота, выделяемых транспортными средствами, на озелененных участках селитебных зон.
4. Оценка влияния автотранспорта на загрязнение атмосферного воздуха в различных участках природного заказника «Долина р. Сетунь» г. Москва.
5. Разработка технологической схемы и аппаратурного оформления процесса очистки подземных вод от соединений фтора, тяжелых металлов и нефтепродуктов.
6. Разработка базы данных для ГИС лесных участков природного заказника «Долина р. Сетунь» г. Москва.

Курс читается в осеннем и весеннем семестре

Бальная шкала оценки знаний в осеннем семестре

Контрольные работы 3 * 15 = 45	
Самостоятельные работ	15
Контрольные по фильмам	15
Доклады	15
Активность на занятиях	10
Семестр заканчивается зачетом.	

Часть 1.

Физико-химические процессы в атмосфере

Атмосфера

В переводе с греческого

ατμός — «пар»

σφαῖρα — «сфера»

Газовая оболочка небесного тела, удерживаемая около него гравитацией.

Атмосферой принято считать область вокруг небесного тела, в которой газовая среда вращается вместе с ним как единое целое

Наука об атмосфере – называется

Метеорологией

Μετεωρολόγία

(μετέωρος)

Перевод с греческого

metéōros — атмосферные и небесные явления

λογία — наука

Научно-прикладная область знания о
строении и свойствах Земной
атмосферы и совершающихся в
ней физико-химических процессах

Погода

В атмосфере происходят многообразные физические процессы, непрерывно меняющие ее состояние. **Состояние атмосферы у земной поверхности, а также и в более высоких слоях (как правило, в сфере действий воздушного транспорта) называют погодой.**

Характеристики погоды, такие, как температура воздуха, облачность, атмосферные осадки, ветер и пр., носят название *метеорологических элементов.*

Климат

В любом месте Земли погода в разные годы протекает поразному. Однако при всех различиях отдельных дней, месяцев и лет в каждой местности можно различать вполне определенный климат.

Климатом называют совокупность атмосферных условий, присущую данной местности в зависимости от ее географической обстановки.

Под географической обстановкой подразумевается не только положение местности, т. е. широта, долгота и высота над уровнем моря, но и характер земной поверхности, орография, почвенный покров и пр.

Климатология

Это наука о *климате*, т. е. о совокупности атмосферных условий, свойственной тому или иному месту в зависимости от его географической обстановки.

Климат является, таким образом, одной из физико-географических характеристик местности. В качестве таковой он влияет на хозяйственную деятельность людей: на специализацию сельского хозяйства, географическое размещение промышленности, воздушный, водный и наземный транспорт.

Климатология — по существу *географическая* наука.

Учение об атмосфере

Метеорология

Климатология

Климатология тесно связана с метеорологией. Понимание закономерностей климата возможно на основании тех общих закономерностей, которым подчинены атмосферные процессы.

В то же время, метеорология область знаний о строении и свойствах и в ней физико-химических процессах Земной атмосферы.

Поэтому при анализе причин возникновения различных типов климата и их распределения по Земному шару климатология исходит из понятий и законов метеорологии.

Поэтому в курсе учение об атмосфере метеорология и климатология излагаются *не порознь*, а по возможности как единое целое.

Тропосфера

- Нижний слой атмосферы в котором температура , в среднем, убывает с высотой.
- В тропиках слой тропосферы простирается до высоты 15 – 17 км.
- В умеренных широтах до 10 – 12 км.
- Над полюсами до 8 – 9 км.

Изменения температуры с высотой в среднем составляют:

Широтный район Земли	Интервал температур (градус Цельсия)	
	У Земной поверхности	На верхней границе
Тропики	+ 26 (максимальное значение 60)	До - 80
Умеренные широты	+3	До -58
Северный полюс и Антарктидой	-23	-60 (зимой) -48 (летом)

Уровень моря — 101,3 [кПа](#) (1 [атм.](#); 760 [мм рт. ст атмосферного давления](#)), плотность среды $2,7 \cdot 10^{19}$ молекул в см^3 .

•0,5 км — до этой высоты проживает 80 % человеческого населения мира.

2 км — до этой высоты проживает 99 % населения мира.

2—3 км — начало проявления недомоганий ([горная болезнь](#)) у [неакклиматизированных](#) людей.

5,0 км — 50 % от атмосферного давления на уровне моря.

6 км — граница постоянного обитания человека, граница наземной жизни в [горах](#).

8,848 км — высочайшая точка Земли гора [Эверест](#) — предел доступности пешком.

12 км — дыхание воздухом эквивалентно пребыванию в космосе (одинаковое время потери сознания ~10—20 с); предел кратковременного дыхания чистым кислородом без дополнительного давления; потолок дозвуковых пассажирских самолётов

Тропопауза

10—18 км — граница между тропосферой и стратосферой на разных широтах.

Это граница подъёма обычных облаков,
дальше простирается разрежённый и сухой
воздух.

Стратосфера

Эта область атмосферы расположена выше тропопаузы до высоты 50-55 км.

Температура в среднем растет с высотой, до высоты 25 км медленно растет, в полярных широтах даже иногда падает, с 34-36, км, происходит быстрое возрастание температуры.

На высоте 50 км располагается стратопауза.

В этой зоне температура практически не меняется с высотой и в среднем составляет -2 или -3 градуса Цельсия.

В стратосфере нет конвективных вертикальных движений и активного перемещения, свойственных тропосфере.

18,9—19,35 — линия Армстронга — **начало космоса для организма человека** — закипание воды при температуре человеческого тела. Внутренние телесные жидкости на этой высоте ещё не кипят, поскольку тело генерирует достаточно внутреннего давления, чтобы предотвратить этот эффект, но могут начать кипеть слюна и слёзы с образованием пены, набухать глаза.

20км — потолок тепловых аэростатов (монгольфьеров) (19 811 м).

20—22 км — **верхняя граница биосферы**: предел подъёма в атмосферу живых спор и бактерий воздушными потоками.

25—26 км — максимальная высота установившегося полёта существующих реактивных самолётов (практический потолок).

15—30 км — озоновый слой на разных широтах.

- 34,668 км — официальный рекорд высоты для [воздушного шара \(стратостата\)](#), управляемого двумя стратонавтами ([Проект Страто-Лаб](#), 1961 г.).
- 35 км — начало космоса для воды или [тройная точка воды](#): на этой высоте вода кипит при 0 °С, а выше не может находиться в жидком виде.**
- 37,8 км — рекорд высоты существующих турбореактивных самолётов ([МиГ-25М](#), [динамический потолок](#)).
- 41,42 км — рекорд высоты стратостата, управляемого одним человеком, а также рекорд высоты прыжка с парашютом, выполненный вице-президентом компании [Гугл Аланом Юстасом](#) 24 октября 2014 года.^[13]
- 45 км — теоретический предел для прямого воздушного реактивного самолёта.
- 48 км — атмосфера практически не ослабляет [ультрафиолетовые лучи](#) Солнца.**
- 50 км — граница между стратосферой и [мезосферой \(стратопауза\)](#).**

Мезосфера

Это область атмосферы расположена выше стратопазы до высоты примерно 80-82 км.

В мезосфере температура понижается в верхней части до – 110 градусов Цельсия, в связи с этим в мезосфере сильно развита турбулентность.

Мезосфера заканчивается мезопаузой.

55 км — атмосфера не воздействует на космическую радиацию.

80 км — граница между мезосферой и термосферой (мезопауза): высота серебристых облаков.

Термосфера

Верхняя часть атмосферы расположенная над мезопаузой.

В термосфере температура резко возрастает с высотой.

В годы активного солнца на высоте 200-250 км температура превышает 1500 градусов Цельсия.

100 км — официальная международная граница между атмосферой и космосом — линия Кармана, определяющая границу между авиацией и космонавтикой. Аэродинамические поверхности (крылья) начиная с этой высоты не имеют смысла, так как скорость полёта для создания подъёмной силы становится выше первой космической скорости 118 км — переход от атмосферного ветра к потокам заряжённых частиц.

122 км — первые заметные проявления атмосферы во время возвращения на Землю с орбиты: набегающий воздух начинает разворачивать [Спейс Шаттл](#) носом по ходу движения, начинается ионизация воздуха от трения и нагрев корпуса.

120—130 км — спутник на круговой орбите с такой высотой сможет сделать не более одного оборота.

Плотность среды на этой высоте 12 триллионов молекул на 1 дм³.

200 км — наиболее низкая возможная орбита с краткосрочной стабильностью (до нескольких дней).

302 км — максимальная высота (апогей) первого пилотируемого космического полёта (Гагарин Ю.А. на космическом корабле Восток-1, 12 апреля 1961 г.)

320 км — зарегистрированная граница атмосферы в 1927 г.: открытие отражающего радиоволны слоя Эплтона.

350 км — наиболее низкая возможная орбита с долгосрочной стабильностью (до нескольких лет)

500 км — начало внутреннего протонного радиационного пояса и окончание безопасных орбит для длительных полётов человека.

400 км — высота орбиты Международной космической станции

690 км — граница между термосферой и экзосферой.

Экзосфера

Экзосфе́ра (от [др.-греч.](#) ἔξω — «снаружи», «вне» и σφαῖρα — «шар», «сфера») — самая внешняя часть верхней атмосферы Земли с низкой концентрацией нейтральных атомов (концентрация частиц $n_0 < 10^7 \text{ см}^{-3}$)

Это слой выше 800 -1000 км называют внешней атмосферой и иногда сферой ускользания газов.

Граница атмосферы

Граница между атмосферой и межпланетным пространством располагается в экзосфере, начинающейся на высоте около 700 км от поверхности Земли и может условно проводиться по высоте в 1300 км

По определению, предложенному Международной Авиационной Федерацией, граница атмосферы и космоса проводится по линии Кармана, расположенной на высоте около 100 км, где авиация становится полностью невозможной. NASA использует в качестве границы атмосферы отметку в 122 километров, недавние эксперименты уточняют границу атмосферы Земли и ионосферы, как находящуюся на высоте 118 километров

1372 км — максимальная высота, достигнутая человеком в долунную эпоху (корабль Джемини-11 2 сентября 1966 г).

2000 км — атмосфера не оказывает воздействия на спутники и они могут существовать на орбите многие тысячелетия.

3000 км — максимальная интенсивность потока протонов внутреннего радиационного пояса (до 0,5—1 Гр/час).

12 756 км — мы отделились на расстояние, равное диаметру планеты Земля.

17 000 км — внешний электронный радиационный пояс.

Магнитосфера

Водород ускользающий из экзосферы образует земную корону , простирающуюся на 20000 км.

В этой области концентрация частиц составляет 1000 частиц на куб. см., что примерно в десять раз выше чем в межпланетном пространстве.

Газ сильно ионизирован на движение частиц значительное влияние оказывает магнитное поле Земли.

27 743 км — наименьшее расстояние от Земли, на котором пролетел заранее (свыше 1 дня) обнаруженный астероид 2012 DA14 диаметром 44 м и массой около 130 тыс. тонн.

35 786 км — высота геостационарной орбиты, спутник на такой высоте будет всегда висеть над одной точкой экватора.

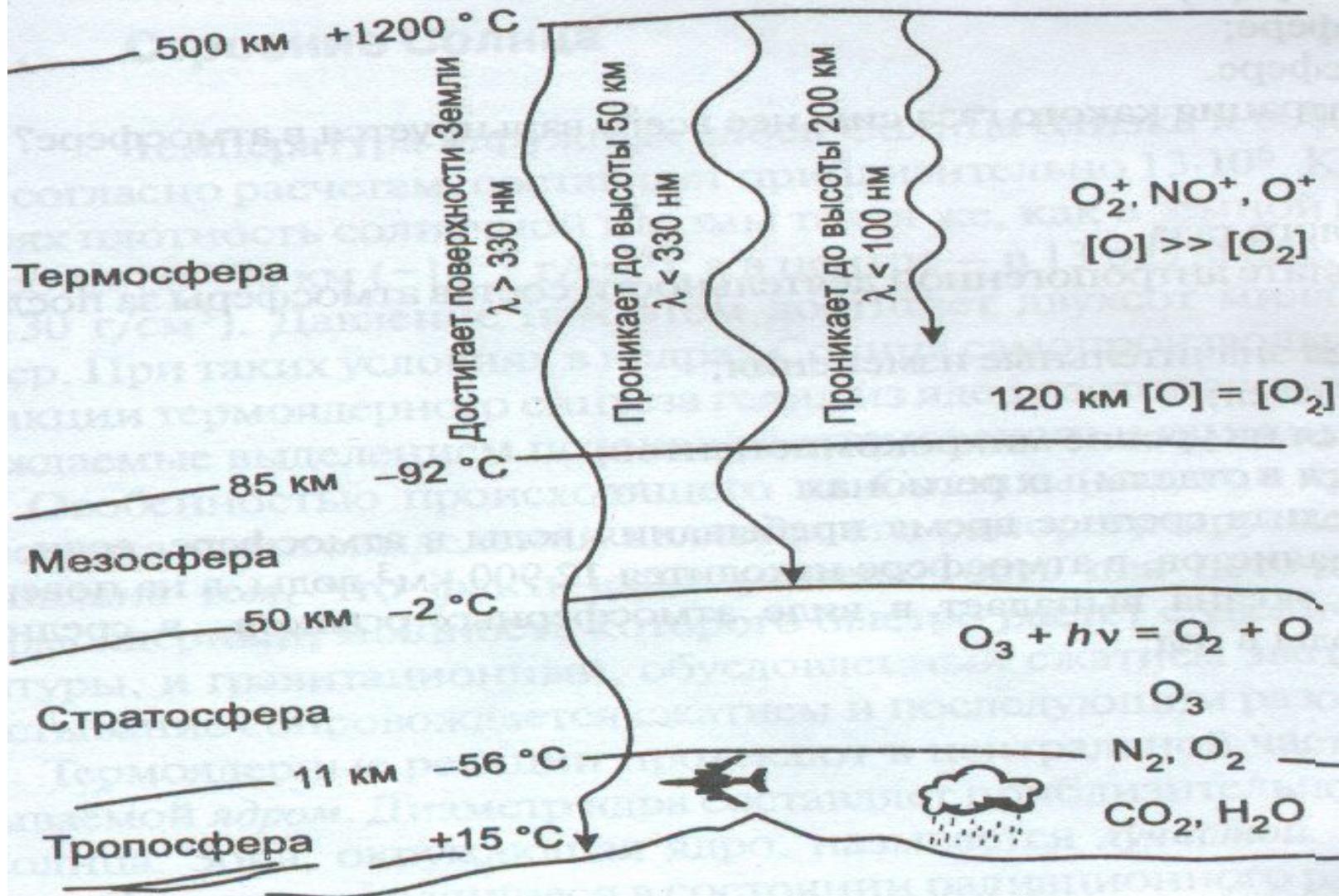
В первой половине 20-го века эта высота считалась теоретическим пределом существования атмосферы. Если бы вся атмосфера равномерно вращалась вместе с Землёй, то с этой высоты на экваторе центробежная сила вращения будет превосходить гравитационные силы, и молекулы воздуха, вышедшие за эту границу, будут разлетаться в разные стороны.

ок. 100 000 км — верхняя замеченная спутниками граница экзосферы (геококона) Земли. Атмосфера закончилась, началось межпланетное пространство

Характеристика основных зон, выделяемых в атмосфере

Зона атмосферы	Температура, °С		Температурный градиент, °С/км	Верхняя и нижняя граница от уровня моря, км
	нижняя граница зоны	верхняя граница зоны		
Тропосфера	15	-56	-6,45	0-11
Стратосфера	-56	-2	+1,38	11-50
Мезосфера	-2	-92	-2,56	50-85
Термосфера	-92	1200	+3,11	85-500

Солнечное излучение



Строение атмосферы

Метеорологические величины

температура,

давление,

влажность,

скорость и направление ветра,

количество осадков,

высота нижней границы облаков,

мощность (толщина) облачного слоя и.т.д.

Темы для презентаций

- Приборы и единицы измерения:
- Температуры;
- Давления;
- Влажности;
- Скорости ветра;
- Осадков.
- Шкала Бофорта

Темы для презентаций

Способы выражения концентраций примесей в объектах окружающей среды

Магнитное поле Земли и радиационные пояса.

Циклоны и антициклоны

Международная классификация облаков

Озоновый слой (последние 10 -15 лет).

Суперэкоксиканты (воздействие на организм человека, источники загрязнения):

ПАУ

Диоксины

СЗР

Т.М.

Классификация аэрозолей по размерам