

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга  
(РЭТЭМ)

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. каф. РЭТЭМ, д.т.н.  
\_\_\_\_\_ В.И.Туев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014г.

Учебно-методические указания по практическим занятиям и  
самостоятельной работе студентов  
при изучении дисциплины

ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ

для направлений «Экология и природопользование»,  
«Безопасность жизнедеятельности в техносфере», «Иноватика»

Разработчик:  
Доцент кафедры РЭТЭМ  
\_\_\_\_\_ Н.Н.Несмелова  
« \_\_ » \_\_\_\_\_ 2014

2014

### **Аннотация**

Методические указания содержат описания практических занятий и задания для самостоятельной работы студентов, изучающих дисциплину «Прикладная экология». Приводятся тесты для промежуточной аттестации, вопросы для подготовки к зачету и список рекомендованной литературы.

## Практические занятия

### Практическая работа № 1

#### Антропогенное воздействие на окружающую среду

Задание: рассмотрите таблицу и выпишите в тетради те опасности, которые являются наиболее актуальными для человечества в настоящее время. Дайте прогноз на будущее, какие опасности выйдут на первый план через 50 лет и через 100 лет? Обоснуйте свое мнение.

Характеристика	Тенденция 1972-1992 гг.	Сценарий 2030 г.
Потребление первичной биологической продукции	Рост потребления: 40% на суше, 25% - глобальное (оценка 1985 года).	Рост потребления: 80-85% на суше, 50-60% - глобальное.
Изменение концентрации парниковых газов в атмосфере	Прирост концентрации парниковых газов от десятых долей до целых процентов ежегодно	Рост концентрации парниковых газов, ускорение роста концентрации CO <sub>2</sub> и CH <sub>4</sub> за счет ускорения разрушения биоты
Истощение озонового слоя	Истощение озонового слоя на 1-2% ежегодно	Ежегодные расширения «озоновых дыр»
Сокращение площади лесов, особенно тропических	Сокращение со скоростью от 117 (1980 г.) до 180±20 тыс. км <sup>2</sup> (1989 г.); лесовосстановление относится к сведению лесов как 1:10.	Сохранение тенденции, сокращение площади лесов в тропиках с 18 (1990 г.) до 9,11 млн. км <sup>2</sup> (2030 г.), сокращение площади лесов умеренного пояса.

Опустынивание	Расширение площади пустынь (60 тыс. км <sup>2</sup> в год), рост техногенного опустынивания, токсичные пустыни	Сохранение тенденции, возможен рост темпов за счет уменьшения влагооборота на суше и накопления антропогенных загрязнителей в почвах
Деградация земель	Рост эрозии (24 млрд. тонн ежегодно), снижение плодородия, накопление загрязнителей, закисление, засоление.	Сохранение тенденции. Рост эрозии и загрязнения, сокращение площади с/х земель на душу населения
Повышение уровня океана	Подъем уровня океана на 1-2 мм в год	Сохранение тенденции, возможно ускорение подъема уровня до 7 мм в год.
Исчезновение видов	Быстрое исчезновение видов	Усиление тенденции по мере разрушения биосферы
Качественное истощение вод суши	Рост объема сточных вод	Рост точечных и площадных источников загрязнения, числа антропогенных загрязнителей и их концентрации
Накопление загрязнений в средах и организмах, миграция в трофических цепях	Рост накопления массы и числа антропогенных загрязнителей в средах и организмах, рост радиоактивности среды, «химические ловушки»	Сохранение тенденции и ее возможное усиление
Ухудшение условий жизни	Рост бедности, голод, высокая детская смертность,	Сохранение тенденции, рост

людей, рост генетических заболеваний, связанных с экологическими изменениями, появление новых болезней	высокий уровень заболеваемости, необеспеченность чистой питьевой водой в развивающихся странах, проживание в зонах высокого загрязнения, рост генетических заболеваний, высокий уровень аварийности, рост потребления лекарств, рост аллергических заболеваний в развитых странах, пандемия СПИДа в мире, понижение иммунного статуса.	нехватки продовольствия, рост генетических заболеваний, связанных с экологией, расширение инфекционных заболеваний, появление новых болезней.
--	--	---

## Практическая работа № 2 Техногенное загрязнение окружающей среды

Техногенез – процесс изменения природных комплексов под воздействием производственной деятельности человека. Он заключается в преобразовании биосферы, которое происходит в результате геохимических процессов, связанных с деятельностью людей: извлечением, концентрацией, перегруппировкой многих минеральных и органических соединений. Главным следствием техногенеза становится образование аномальных концентраций химических элементов и их соединений – загрязнение воды, воздуха, почв, снега, донных осадков водоемов. Выявление таких техногенных аномалий – важнейшая задача эколого-геохимической оценки состояния среды. Выделяют глобальные, региональные и локальные техногенные аномалии.

**Задача 1.** Рассчитайте необходимую величину трубы для ТЭС, если выходящий из нее дым содержит диоксид серы (SO<sub>2</sub>) концентрацией 0,5 мг/м<sup>3</sup> и диоксид азота (NO<sub>2</sub>) – 0,4 мг/м<sup>3</sup>.

**Задача 2.** Рассчитайте необходимую величину трубы для ТЭС, если выходящий из нее дым содержит диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ) концентрацией  $5 \text{ г/м}^3$  и диоксид азота ( $\text{NO}_2$ ) –  $4 \text{ г/м}^3$ .

**Рекомендации.** В качестве исходных данных примите упрощенную модель распределения вредных веществ в атмосфере, при которой уменьшение концентрации в стороны от трубы происходит равномерно пропорционально квадрату расстояния. Вредные вещества, содержащиеся в выбросе, распространяются в направлении ветра в пределах сектора, ограниченного углом раскрытия факела (10-20 градусов) вблизи выхода из трубы. На расстоянии от 4 до 20 высот трубы факел касается земли и деформируется, при этом максимальная концентрация вредных веществ в приземном слое достигается на расстоянии 10-40 высот трубы. Таким образом, по степени загрязнения приземного слоя воздуха можно выделить три зоны:

- 1) зона факела, для которой характерно относительно невысокое содержание вредных веществ в приземном слое;
- 2) зона максимального загрязнения приземного слоя;
- 3) зона постепенного снижения уровня загрязнения.

Высоту труб современных ТЭС рассчитывают так, чтобы концентрации диоксида серы и диоксида азота в приземном слое атмосферы удовлетворяли условию:

$$C_{\text{SO}_2}/\text{ПДК}_{\text{SO}_2} + C_{\text{NO}_2}/\text{ПДК}_{\text{NO}_2} \leq 1$$

ПДК для диоксида серы составляет  $0,05 \text{ мг/м}^3$ , для диоксида азота –  $0,04 \text{ мг/м}^3$ .

Для решения задач 1 и 2 сделайте чертеж и определите необходимую высоту трубы, при которой концентрация диоксидов серы и азота в зоне максимального приземного загрязнения будет соответствовать условию.

**Задача 3.** На основании данных таблицы составьте две других таблицы, в одной из которых укажите отношение наблюдаемых концентраций диоксида серы к  $\text{ПДК}_{\text{cc}}$  (среднесуточная =  $0,05 \text{ мг/м}^3$ ), а во второй – к  $\text{ПДК}_{\text{мр}}$  (максимально разовая =  $0,5 \text{ мг/м}^3$ ). Дайте экологическую интерпретацию полученных результатов.

Таблица.  
Концентрация диоксида серы ( $\text{мг/м}^3$ ) в приземном воздухе в зависимости от высоты трубы и расстоянии от нее

Высота (м) / длина (км)	1	2	3	4	5	6	8	10	12	15
100	2,36	2,75	2,30	1,84	1,50	1,28	0,94	0,74	0,60	0,44
150	0,68	1,20	1,38	1,32	1,19	1,08	0,86	0,70	0,58	0,46
200	0,22	0,52	0,72	0,83	0,88	0,85	0,74	0,64	0,52	0,40

По данным исходной таблицы на одном графике постройте три кривые изменения концентрации диоксида серы в приземном слое в зависимости от высоты трубы и от расстояния до нее. Для этого по оси абсцисс откладывайте расстояние от трубы, а по оси ординат – соответствующую концентрацию диоксида серы. Выполните сравнительный экологический анализ полученных кривых.

### Практическая работа № 3 Нормирование качества атмосферного воздуха

#### **Задание.**

1. Изучите таблицу. По материалам таблицы определите, к какому классу опасности относятся каждое из приведенных в таблице веществ.

Таблица.

ПДК химических веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов

Вещество	ПДК <sub>мр</sub> $\text{мг/м}^3$	ПДК <sub>сс</sub> $\text{мг/м}^3$
Азота оксид	0,6	0,06
Азот диоксид	0,085	0,085
Аммиак	0,2	0,04

Ацетон	0,35	0,35
Бензол	1,5	0,8
Бенз(а)пирен	-	0,000001
Пыль нетоксичная	0,5	0,15
Ртуть металлическая	-	0,0003
Сероводород	0,008	0,008
Серовуглерод	0,03	0,005
Углерода оксид	5,0	3,0
Фенол	0,01	0,003
Формальдегид	0,035	0,003
Хлор	0,1	0,03

1. Определите, является ли качество воздушной среды удовлетворительным, если в воздухе содержатся следующие вещества: оксид азота ( $0,3 \text{ мг/м}^3$ ), диоксид азота ( $0,06 \text{ мг/м}^3$ ), пыль нетоксичная ( $0,3 \text{ мг/м}^3$ ), оксид углерода ( $2 \text{ мг/м}^3$ ) и хлор ( $0,05 \text{ мг/м}^3$ ).

#### Практическая работа № 4

#### Нормирование загрязнения атмосферного воздуха

Загрязнением атмосферного воздуха называется изменение состава атмосферы в результате попадания в нее газообразных, жидких или твердых примесей. Для загрязняющих веществ установлено два вида ПДК: максимально разовая (ПДК<sub>м.р.</sub>) и среднесуточная (ПДК<sub>с.с.</sub>). Важную роль в охране воздуха играет нормирование предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ предприятием в воздушный бассейн. Ряд химических веществ обладает эффектом суммации, усиливающим их вредное действие на организм. При одновременном нахождении таких веществ в воздухе для оценки качества воздуха используется формула:

$$\sum_{i=1}^n C_i / \text{ПДК}_i \leq 1$$

При выполнении этого условия качества воздуха считается удовлетворительным, если условие не выполняется – воздух загрязнен.

#### Задача 1.

В закрытом помещении разбился медицинский ртутный термометр. Вся ртуть испарилась. Вес испарившейся ртути 0,5 грамма. ПДК паров ртути в воздухе 0,3 мг/м<sup>3</sup>. Можно ли находиться в помещении с образовавшимися парами ртути, если его размеры 6\*8\*3 м<sup>3</sup>? Какой объем должно иметь помещение, чтобы в нем можно было находиться при таком общем количестве ртути в воздухе?

#### Задача 2.

В закрытом помещении гаража пролили 1 литр бензина, который полностью испарился. Плотность бензина 0,7 г/см<sup>3</sup>. ПДКм.р. бензина в воздухе 5 мг/м<sup>3</sup>, а ПДКс.с. 1,5 мг/м<sup>3</sup>. Определить во сколько раз будут превышены ПДКм.р. и ПДКс.с. бензина в помещении размерами 3\*6\*3 м<sup>3</sup>? Какой объем должно иметь помещение с таким количеством паров в воздухе, чтобы допускалось долговременное и кратковременное нахождение в нем людей?

#### Задача 3.

В закрытой комнате вытряхнули ковер из которого вылетело 100 грамм пыли. ПДК м.р. пыли в воздухе 0,3 мг/м<sup>3</sup>. ПДК с.с. пыли в воздухе составляет 0,03 мг/м<sup>3</sup>. Во сколько раз будут превышены ПДК м.р. и ПДК с.с. пыли в комнате, имеющей размеры 3\*6\*3 м<sup>3</sup>? Какую площадь должна иметь комната, в которой допускается кратковременное нахождение людей при таком содержании пыли в воздухе? Какую площадь должна иметь комната, в которой допускается длительное нахождение людей при таком общем количестве пыли в воздухе?

#### Задача 4.

Определите, превышает ли загрязнение воздуха допустимые санитарные нормы, если в нем одновременно присутствуют пары фенола и ацетона в концентрациях: фенола=0,009 мг/м<sup>3</sup>, ацетона=0,345 мг/м<sup>3</sup>, учитывая, что фенол и ацетон обладают

эффектом суммации? ПДК с.с. фенола в воздухе  $0,01 \text{ мг/м}^3$ , ПДК с.с. ацетона –  $0,35 \text{ мг/м}^3$ .

#### Задача 5.

Определите, превышает ли загрязнение воздуха допустимые санитарные нормы, если в нем при внезапном выбросе возникли концентрации диоксида серы  $0,45 \text{ мг/м}^3$  и диоксида азота  $0,06 \text{ мг/м}^3$ , учитывая, что эти вещества обладают эффектом суммации? ПДКм.р. диоксида серы в воздухе  $0,5 \text{ мг/м}^3$ , ПДК м.р. диоксида азота  $0,085 \text{ мг/м}^3$ .

#### Задача 6.

Определите, превышает ли загрязнение воздуха допустимые санитарные нормы, если в нем при разовом выбросе возникли концентрации сероводорода  $0,005 \text{ мг/м}^3$  и диоксида серы  $0,496 \text{ мг/м}^3$ , учитывая, что эти вещества обладают эффектом суммации? ПДКм.р. диоксида серы в воздухе  $0,5 \text{ мг/м}^3$ , ПДК м.р. сероводорода -  $0,008 \text{ мг/м}^3$ .

### Практическая работа № 5

#### Нормирование загрязняющих веществ в воде

Условия сброса сточных вод в водоемы определяются Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения. Согласно этим правилам все водоемы классифицируются по типу использования. Среди водоемов, которые используются для бытовых целей, выделяют водные объекты хозяйственно-питьевого водоснабжения (I категория) и объекты культурно-бытового (спортивно-рекреационного) назначения (II категория). Среди водоемов, которые используются для рыбохозяйственных целей, выделяются водоемы, обеспечивающие сохранение и воспроизводство ценных видов рыбы, чувствительных к содержанию кислорода (III категория), и другие рыбохозяйственные объекты (IV категория). Для каждой категории водоемов предусмотрены допустимые изменения состава воды после сброса очищенных сточных вод. Так для водоемов хозяйственно-питьевого назначения допускается повышение содержания взвешенных частиц не более чем на  $0,25$

мг/л, а для вод культурно-бытового назначения – не более чем на 0,75 мг/л.

Аналогично воздушной среде, в водных объектах анализируются концентрации загрязняющих веществ. При этом определяются ПДК<sub>в</sub> - предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в водоеме вообще и ПДК<sub>вр</sub> - предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ для рыбы. Загрязняющие вещества воздействуют на состояние водоема по-разному, на этой основе выделяются признаки вредного действия: органолептический, токсикологический и санитарный. ПДК вредных веществ в водоемах устанавливаются по тому признаку вредного действия, который характеризуется минимальной пороговой концентрацией. Этот лимитирующий признак вредности (ЛПВ) всегда сопровождает ПДК для водной среды, характеризуя его с качественной стороны. Вещества с одинаковыми ЛПВ проявляют аддитивное действие. Поэтому при попадании в водоем нескольких веществ с одинаковым ЛПВ должно соблюдаться правило:

$$\sum_{i=1}^n (C_i / \text{ПДК}_i) \leq 1$$

**Задача 1.** С территории Москвы смывается 430 тыс.т. нерастворимых загрязняющих веществ (ЗВ) в год. Какой объем воды необходим для разбавления этих ЗВ до концентрации 0,25 мг/л? Какой объем воды необходим для разбавления тех же ЗВ до концентрации 0,75 мг/л? Достаточно ли в первом и во втором случаях объема годового стока реки Москвы, который составляет около 1 км<sup>3</sup> в год? Установлено, что промышленные и хозяйственно-бытовые стоки не должны увеличивать естественную концентрацию взвешенных ЗВ в воде больше, чем на 0,25 мг/л для водных объектов I и III категорий и на 0,75 мг/л для водоемов II и IV категорий. Для каких целей могут использоваться воды реки Москвы?

**Задача 2.** С территории Москвы ежегодно смывается 3,3 тыс. тонн нефтепродуктов. Какой объем воды необходим для разбавления до нормы, если ПДК для нефтепродуктов 0,07 г/м<sup>3</sup>, а их концентрация до сброса сточных вод уже была 0,02 г/м<sup>3</sup>? Достаточно ли объема годового стока реки Москвы, который

составляет около  $1 \text{ км}^3$  в год, для разбавления смываемых нефтепродуктов?

**Задача 3.** В водоемы России ежегодно сбрасывается 73,9 тыс. тонн нефтепродуктов. Определите, какой объем чистой воды необходим для разбавления нефтепродуктов, если их ПДК в воде составляет  $0,07 \text{ г/м}^3$ . Во сколько раз объем необходимой для разбавления воды больше объема воды в озере Байкал, который составляет 23 тыс.  $\text{км}^3$ ?

**Задача 4.** В водоемы России ежегодно сбрасывается 0,002 тыс. тонн нефтепродуктов. Определите, какой объем чистой воды необходим для разбавления ртути, если ее ПДК в воде составляет  $0,001 \text{ мг/л}$ . Сравните его с объемом воды в озере Байкал, который составляет 23 тыс.  $\text{км}^3$ ?

### Практическая работа № 6

#### Автотранспорт – основной загрязнитель атмосферы больших городов

Задачи работы:

1. Определение загруженности улиц автотранспортом и параметров окружающей среды, усугубляющих загрязнение.
2. Расчет загрязнения атмосферного воздуха разными компонентами выбросов автотранспорта.

#### **Теория.**

Существенной составляющей загрязнения атмосферы городов являются выхлопные газы автотранспорта. В столицах многих стран мира, административных центрах России и стран СНГ, городах-курортах выхлопные газы составляют 60-80% и более от всей совокупности антропогенных выбросов. Многие страны, в том числе и Россия, принимают меры по снижению токсичности выбросов. Это достигается путем лучшей очистки бензина, снижения содержания свинца в добавках к бензину, замены его на более чистые виды топлива (газовое топливо, этанол, электричество и др.). Проектируются более экономичные двигатели, двигатели с более полным

сгоранием топлива, в городах создаются зоны с ограниченным движением автомобилей. Однако число автомобилей постоянно растет и уровень загрязнения выхлопными газами воздуха в городах не снижается.

Известно, что автотранспорт выбрасывает в воздух более 200 компонентов, среди которых углекислый газ, угарный газ, оксиды азота и серы, альдегиды, свинец, кадмий, канцерогенные углеводороды (бензопирен и бензоантроцен). Наибольшее количество токсичных веществ выбрасывается автотранспортом в воздух на малом ходу, на перекрестках, остановках перед светофорами.

**Расчетное задание:** Подсчитано, что среднегодовой пробег каждого автомобиля составляет около 15 тысяч километров. Определите, сколько вредных веществ поставляет в атмосферу за год один автомобиль при таком пробеге, в зависимости от типа автомобиля и типа двигателя (см. таблицу).

**Выборы загрязняющих веществ различным автотранспортом (г/км)**

Тип автомобиля	Тип двигателя	Диоксид углерода	Углеводороды	Оксид азота	Сажа
Легковой	Бензиновый	20	2	3	0,05
Грузовой	Бензиновый	70	8	7	0,15
Грузовой	Дизельный	10	3	6	1
Грузовой	Газовый	30	5	4	<0,05
Автобус	Бензиновый	70	8	7	0,15
Автобус	Дизельный	10	3	6	1
Автобус	Газовый	30	5	4	<0,05

**Ход работы.**

Задание выполняется группами по 7-8 человек. Каждая группа проводит наблюдения в определенном месте автомагистрали. Пункты наблюдения следует располагать вдали от наиболее загрязненных мест: перекрестков и остановок автотранспорта.

На каждом пункте наблюдения производится оценка улицы по следующим параметрам:

- 📁 ① тип улицы – улица с односторонней или двусторонней застройкой; малоэтажная или многоэтажная застройка; жилые или нежилые строения; отсутствие застройки, парк и др.
- 📄 ① уклон улицы – определяется глазомером;
- 📄 ① скорость ветра, относительная влажность воздуха, температура воздуха (фиксируется по прогнозу погоды на день наблюдения);
- 📄 ① наличие защитной полосы из деревьев, кустарников.

Одновременно на пункте работают два наблюдателя: каждый считает машины, идущие в одном направлении. В заранее подготовленной таблице наблюдатели отмечают каждую проходящую машины. Продолжительность наблюдения – 1 час. Участники одной группы по очереди проводят наблюдения в своем пункте в разное время суток: утром, днем и вечером (например: с 7 до 8 часов, с 11 до 12 часов, с 15 до 16 часов и с 19 до 20 часов).

Учетная таблица наблюдателя:

ФИО

наблюдателя:

---

Место

наблюдения

---

Время

наблюдения

---

Направление движения транспорта

Тип автомобиля	Тип двигателя	Отметки прохождения автомобиля	о	Количество автомобилей за час

Легковой	Бензинов ый		
Грузовой	Бензинов ый		
Грузовой	Дизельны й		
Грузовой	Газовый		
Автобус	Бензинов ый		
Автобус	Дизельны й		
Автобус	Газовый		

По результатам наблюдений суммируется число машин каждого типа и группы, объединяя свои данные, строят сводные графики интенсивности движения автотранспорта в зависимости от времени суток. По оси абсцисс откладывается время суток (в часах), а по оси ординат – количество автомобилей, зафиксированных в данное время. Кривые интенсивности движения строятся отдельно для каждого вида транспорта и для общего количества транспорта.

Далее полученное число машин разных классов и типов двигателей умножается на концентрации загрязняющих веществ, которые они выбрасывают (см. таблицу). Затем данные по разным классам машин суммируются и строятся графики загрязнения окружающей среды автотранспортом. По оси абсцисс откладывается время в часах, а по оси ординат – суммарный выброс загрязняющего вещества автотранспортом на 1 км пробега. Зная протяженность маршрутов транспорта в населенно пункте, можно определить общий выброс различных загрязняющих веществ.

Практическая работа № 7  
Расчет поступления загрязняющих веществ с  
промышленными сточными водами

**Задача.** Определить количество загрязняющих веществ, поступающее в водные объекты после локальной очистки на промышленном предприятии и дополнительной биологической очистки.

Исходные данные. В каждом варианте доля сточных вод, подвергающаяся очистке, составляет  $j=1,0$ ,  $j=0,6$ ,  $j=0,2$ . Расчетный период времени - месяц ( $t=30$  суток).

№	Ингредиенты	$C_{ст}$ ,	$Q_{пр}$ ,	$P$ , %	$P_{доп}$ , %
0	Никель	0,16	0,5	50	65
1	Цинк	6,0	0,6	50	75
2	Хром	0,7	0,7	50	65
3	Медь	0,5	0,8	50	70
4	Железо	1,7	0,9	50	65
5	Хлориды	491	0,4	10	15
6	Сульфаты	2000	0,55	5	10
7	Фосфаты	1,1	1,0	30	95
8	СПАВ	17,0	0,65	50	55
9	Нефтепродукты	25,0	0,45	80	98
10	Хлориды	520	0,5	11	16
11	Хлориды	650	0,5	12	20
12	Хлориды	465	0,6	10	21

Промышленные сточные воды, прошедшие очистку на локальных очистных сооружениях, сбрасываются в

водные объекты или подвергаются дополнительной биологической очистке на городских очистных сооружениях. Количество загрязняющих веществ, поступающих в водные объекты после локальной очистки или на дополнительную очистку ( $G_n$ ), определяется по формуле :

$$G_n = C_{cm} Q_{np} (1 - jP)t,$$

Где  $C_{cm}$  - средняя концентрация вещества в неочищенных сточных водах, г/м<sup>3</sup>;  $Q_{np}$  - количество сточных вод, м<sup>3</sup>/сут;  $j$  - доля сточных вод, подвергающаяся очистке;  $P$  - эффективность локальной очистки, доли единицы;  $t$  - расчетный период времени, сут.

Количество сточных вод от предприятия или от отрасли промышленности определяется по формуле:

$$Q_{np} = q_{np} \Pi,$$

где  $q_{np}$  - удельная норма водоотведения от промышленного предприятия на единицу продукции, м<sup>3</sup>;  $\Pi$  - план выпуска продукции в натуральных единицах в сутки.

При поступлении сточных вод на дополнительную биологическую очистку на городские очистные сооружения количество загрязняющих веществ, сбрасываемых в водные объекты ( $G_n'$ ), определяется по формуле:

$$G_n' = G_n (1 - P_{don}),$$

где  $P_{don}$  - эффективность дополнительной биологической очистки на городских очистных сооружениях, доли единицы.

Практическая работа № 8  
Расчет концентрации загрязняющих веществ в районе  
промышленного предприятия

Целью настоящей работы является ознакомление с методикой расчета уровня загрязнения атмосферного воздуха выбросами точечного источника (в основном из труб промышленных предприятий). Все источники загрязнения атмосферного воздуха подразделяются на точечные (например, труба предприятия), плоскостные (свалка) и линейные (автомагистраль).

В ходе проводимых расчетов вначале определяется максимальная концентрация загрязняющего вещества в воздухе  $C_{\max}$ , которая может быть достигнута при наиболее неблагоприятных метеорологических условиях (как правило, при опасной скорости ветра  $U_{\max}$  и на определенном от источника выбросов расстоянии  $x_{\max}$ ). Затем определяется концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе на заданном расстоянии  $x$  от источника выбросов. Расчет максимальной концентрации  $C_{\max}$  (мг/м<sup>3</sup>) загрязняющего вещества в воздухе выполняется в соответствии с формулой:

$$C_{\max} = AMFmn\Gamma H^{-2}(V_1\Delta T)^{-1/3}, \quad (1)$$

где  $A$  – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы; Значения коэффициента  $A$  для территорий России южнее 50° с.ш., Сибири, Дальнего Востока и Казахстана составляет 200.

$M$  – масса загрязняющего вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, г/с;

$F$  – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе;

$m$  и  $n$  – коэффициенты, учитывающие условия выхода газозадушной смеси (ГВС) из источника;

$H$  – высота устья источника над уровнем земли, м;

$\Gamma$  – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (если территория, на которой расположен источник выбросов, ровная, т.е. перепад высот не превышает 50 м на 1 км, то  $\Gamma = 1$ ; если перепад высот более 50 м, но не

превышает 100 м на 1 км, то  $\Gamma = 2$ ; для сильно пересеченной местности  $\Gamma = 3$ );

$\Delta T$  – разность между температурой выбрасываемой газозвушной смеси  $T_r$  и средней температурой окружающего воздуха в самое жаркое время года  $T_o$ , °С (для Томска значение  $T_o$  принимается равным 24,7 °С);

$V_1$  – расход газозвушной смеси ( $m^3/c$ ), рассчитываемый по формуле:

$$V_1 = \pi D^2 W_{cp} / 4 = 0,785 D^2 W_{cp}, \quad (2)$$

где  $D$  – диаметр устья источника выбросов (трубы), м;

$W_{cp}$  – средняя скорость выхода газозвушной смеси из устья источника, м/с. ( $W_{cp} = 7$  м/сек).

При наличии на предприятии очистных и газоулавливающих сооружений принимают  $F = 1$  для всех газообразных веществ, а также для мелкодисперсных веществ (зола, пыль и др.) и  $F = 2$  для мелкодисперсных аэрозолей. Если очистные и газоулавливающие сооружения отсутствуют, то  $F = 3$ .

Коэффициенты  $m$  и  $n$  определяются в зависимости от параметров  $r$  и  $q$ , которые рассчитываются по формулам (3) и (4).

$$r = 1000 W_{cp}^2 D H^{-2} \Delta T^{-1}; \quad (3)$$

$$q = 0,65 (V_1 \Delta T / H)^{1/3}. \quad (4)$$

$$m = (0,67 + 0,1r^{1/2} + 0,34r^{1/3})^{-1}, \text{ если } r < 100;$$

$$m = 1,47r^{-1/3}, \text{ если } r \geq 100. \quad (5)$$

$$n = 0,532q^2 - 2,13q + 3,13, \text{ если } 0,5 \leq q < 2;$$

$$n = 4,4q, \text{ если } q < 0,5;$$

$$n = 1, \text{ если } q \geq 2. \quad (6)$$

Определение расстояния  $x_{max}$  (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация  $C$  ( $mg/m^3$ ) достигает максимального значения  $C_{max}$  ( $mg/m^3$ ), выполняется с помощью формулы:

$$x_{max} = 0,25(5 - F)kH; \quad (7)$$

где  $k$  – безразмерный коэффициент, рассчитываемый с помощью формул (8) и (9).

Для  $r < 100$ :

$$k = 2,48(1 + 0,28r^{1/3}), \text{ при } q \leq 0,5;$$

$$k = 4,95q(1 + 0,28r^{1/3}), \text{ при } 0,5 < q \leq 2;$$

$$k = 7q^{1/2}(1 + 0,28r^{1/3}), \text{ при } q > 2; \quad (8)$$

для  $r \geq 100$ :

$$k = 5,7, \text{ при } q \leq 0,5;$$

$$k = 11,4q, \text{ при } 0,5 < q \leq 2;$$

$$k = 16q^{1/2}, \text{ при } q > 2. \quad (9)$$

Основными метеорологическими факторами, влияющими на концентрацию загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, являются скорость и направление ветра. Опасная скорость ветра  $U_{\max}$  (м/с), при которой достигается на расстоянии  $x_{\max}$  от источника выбросов максимально возможное значение концентрации загрязняющего вещества  $C_{\max}$ , определяется по формулам (10) и (11).

Для  $r < 100$ :

$$U_{\max} = 0,5, \text{ при } q \leq 0,5;$$

$$U_{\max} = q, \text{ при } 0,5 < q \leq 2;$$

$$U_{\max} = q(1 + 0,12r^{1/2}), \text{ при } q > 2; \quad (10)$$

для  $r \geq 100$ :

$$U_{\max} = 0,5, \text{ при } q \leq 0,5;$$

$$U_{\max} = q, \text{ при } 0,5 < q \leq 2;$$

$$U_{\max} = 2,2q, \text{ при } q > 2. \quad (11)$$

При опасной скорости ветра  $U_{\max}$  приземная концентрация загрязняющего вещества  $C$  в атмосферном воздухе на расстоянии  $x$  от источника выбросов рассчитывается по формуле:

$$C = S_1 \cdot C_{\max}, \quad (12)$$

$S_1$  - безразмерная величина, зависящая от значения коэффициента  $F$  и отношения  $x/x_{\max}$ , которое обозначено ниже через  $\alpha$ :

$$S_1 = 1,13(0,13\alpha^2 + 1)^{-1}, \text{ при } 1 < \alpha \leq 8;$$

$$S_1 = \alpha(3,58\alpha^2 + 35,2\alpha + 120)^{-1}, \text{ при } F \leq 1,5 \text{ и } \alpha > 8;$$

$$S_1 = (0,1\alpha^2 + 2,17\alpha - 17,8)^{-1}, \text{ при } F > 1,5 \text{ и } \alpha > 8. \quad (13)$$

Для низких и приземных источников выбросов, для которых  $2 \leq H < 10$ , выражение для  $S_1$  имеет вид:

$$S_1 = 0,125[10 - H + (H - 2)S_1^*], \quad (14)$$

где  $S_1^*$  определяется по формуле (13\*):

$$S_1^* = 3\alpha^4 - 8\alpha^3 + 6\alpha^2, \text{ при } \alpha \leq 1. \quad (13^*)$$

### Требования к оформлению отчета:

1. В отчете необходимо привести следующие данные: название предприятия; характеристики источника выбросов (высота и диаметр устья трубы, температура ГВС); характеристики выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ (название, ПДК<sub>с.с.</sub>, объем выброса); значение опасной скорости ветра  $U_{\max}$ ; результаты промежуточных расчетов с точностью 3 знака после запятой; конечные результаты (концентрацию каждого из выбрасываемых загрязняющих веществ на расстоянии 500 м от источника выброса и отношение  $C_{500}/\text{ПДК}_{с.с.}$ , при этом точность расчета концентрации загрязняющего вещества  $C_{500}$  должна соответствовать точности табличного значения его ПДК<sub>с.с.</sub>). Полученные данные оформить в виде таблицы. Отчет завершить выводами.

Вариант 21. Предприятие «ЭТАЛОН»					
Загрязняющее вещество (ПДК <sub>с.с.</sub> , мг/м <sup>3</sup> )	М, г/с	$C_{\max}$ , мг/м <sup>3</sup>	$C_{500}$ , мг/м <sup>3</sup>	$C_{500}/\text{ПДК}_{с.с.}$	
зола (0,5)	0,2	0,005	0,004	0,008	
окислы азота (0,04)	2,5	0,060	0,05	1,2	
ртуть (0,0003)	0,3	0,007	0,0062	20,7	
фенол (0,003)	0,8	0,019	0,017	5,7	
$H = 29 \text{ м}; D = 1,4 \text{ м}; T = 87 \text{ }^\circ\text{C}; \Delta T = 62,3 \text{ }^\circ\text{C}; V_1 = 10,770;$ $r = 1,309; q = 1,852; m = 0,865; n = 1,010; C_{\max} = 0,024M;$ $k = 11,975; x_{\max} \approx 347,3 \text{ м}; U_{\max} \approx 1,8 \text{ м}; \alpha = 1,440; S_1 = 0,890.$					

Средняя суточная ПДК в атмосфере	
Вещество	ПДК <sub>с.с.</sub> , мг/м <sup>3</sup>
акролеин	0,03
аммиак	0,04
анилин	0,03
ацетон	0,35
бензол	0,1
диоксид серы	0,05
диоксид углерода	3,0
зола	0,5
медь	0,002
никель	0,001
окислы азота	0,04
окись этилена	0,03
оксид углерода	1,0
пропилен	3,0
пыль	0,15
пыль цементная	0,01
ртуть металлическая	0,0003
сажа	0,05
свинец	0,0003
сероводород	0,008
спирт метиловый	0,5
спирт этиловый	5,0
фенол	0,003
формальдегид	0,003
хлор	0,03
хлористый водород	0,2

Характеристики предприятий					
№	Предприятия и загрязняющие вещества	Высота трубы, м	Диаметр устья трубы, м	Температура ГВС, °С	Выброс вещества, г/с
1	2	3	4	5	6
1	“АСТРА” акролеин окислы азота сажа свинец	11	0,6	95	2,2 1,7 1,1 0,8
2	“БАРЬЕР” акролеин ацетон ртуть фенол	44	1,1	90	12,0 2,7 0,4 7,7
3	“ВЕГА” диоксид серы оксид углерода сажа фенол	33	1,2	100	1,0 1,2 4,8 3,3
4	“ГЛОБУС” аммиак окислы азота сажа фенол	26	2,1	135	3,4 1,6 9,8 0,9
5	“ГРАНИТ” аммиак диоксид углерода зола	25	1,0	130	2,9 3,9 3,6 1,8
6	“ЗАРЯ” ацетон ртуть фенол формальдегид	12	1,7	123	1,5 0,2 0,5 2,7
7	“ДИНАМО” акролеин окислы азота ртуть сажа	38	1,2	118	10,0 1,5 0,3 1,7

8	“КАЛИБР” ацетон диоксид серы зола фенол	21	1,6	115	2,2 1,6 4,1 1,0
9	“КВАРЦ” аммиак оксид углерода свинец формальдегид	35	1,3	130	3,9 1,5 1,2 2,6
10	“ЛУЧ” акролеин диоксид углерода зола оксид углерода	17	1,8	105	7,9 3,4 3,5 0,9
11	“МЕТЕОР” ацетон диоксид серы сажа свинец	40	1,5	112	2,4 2,1 2,0 1,5
12	“ОМЕГА” аммиак диоксид углерода ртуть формальдегид	19	0,9	120	2,9 3,9 0,4 2,1
13	“ПРОТОН” акролеин зола окислы азота фенол	31	1,2	125	6,3 5,4 2,0 2,6
14	“РЕСУРС” диоксид углерода диоксид серы оксид углерода свинец	23	1,9	105	3,5 2,0 1,8 1,3
15	“РУБИН” ацетон ртуть	33	1,1	140	3,1 0,3

	сажа формальдегид				12,7 3,0
16	“СИГМА” аммиак диоксид серы окислы азота фенол	24	1,4	110	3,1 1,8 1,8 2,9
17	“СПЕКТР” диоксид углерода зола сажа свинец	37	1,6	114	3,9 5,7 14,0 1,8
18	“ТИТАН” акролеин оксид углерода ртуть формальдегид	48	1,3	85	7,4 3,0 0,6 4,1
19	“ТОПАЗ” диоксид углерода окислы азота свинец фенол	27	1,2	97	3,1 2,2 1,4 2,5
20	“ФОТОН” аммиак диоксид серы зола оксид углерода	18	0,8	110	2,8 2,1 3,2 1,9

Примечания к таблице:

- 1) все предприятия расположены в г. Томске, имеют очистные и газоулавливающие сооружения;
- 2) перепад высот на территориях всех предприятий не превышает 50 м на 1 км.

## Практическая работа № 9

### Определение ПДВ промышленного предприятия

Целью работы является ознакомление с методикой расчетов ПДВ загрязняющих веществ для предприятий (с учетом фоновых концентраций) и минимально допустимой высоты трубы  $H_{\min}$ . Работа является продолжением работы № 5, в описании которой имеются необходимые данные.

#### **1. Расчет ПДВ и минимальной высоты источника выбросов предприятия**

Расчеты ПДВ и  $H_{\min}$  выполняются, как правило, при проектировании предприятия и выборе места его расположения на местности с учетом технологического процесса, а также при планировании изменения технологического процесса, либо при изменении проектных мощностей.

При определении минимальной высоты источника выбросов и установлении предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ необходимо учитывать, что средняя суточная концентрация  $C_i$  каждого  $i$ -го загрязняющего вещества в приземном слое атмосферы населенных пунктов не должна превышать его предельно допустимой концентрации ПДК<sub>*i*</sub>, т.е.

$$C_i \leq \text{ПДК}_i. \quad (1)$$

При наличии фонового загрязнения атмосферы (оно характеризуется значением  $C_{\phi}$ ), которое может возникнуть при расположении на данной территории функционирующих предприятий, уже выбрасывающих в атмосферу аналогичные загрязняющие вещества, необходимо вместо  $C$  применять величину  $C + C_{\phi}$ , т.е.

$$C + C_{\phi} \leq \text{ПДК}_{\text{с.с.}}. \quad (2)$$

Примечание: для зон курортов, мест размещения зон отдыха населения и других территорий с повышенными требованиями к охране атмосферного воздуха вместо ПДК<sub>с.с.</sub> необходимо применять значение, равное 0,8 ПДК<sub>с.с.</sub>.

При расчете  $C_{\phi}$  необходимо определить все предприятия, выбрасывающие в атмосферу аналогичные загрязняющие вещества, вычислить расстояние от их источников выбросов (труб) до места планируемого размещения предприятия, для которого устанавливается ПДВ, и по методике, описанной в работе № 1, определить уровень концентрации от имеющихся источников в районе размещаемого предприятия. Полученные значения концентрации для расчетных предприятий будут считаться фоновыми концентрациями загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Для определения  $C$  следует провести расчеты  $C_{\max}$  по методике, изложенной в работе № 1, и принять полученное значение за  $C$ .

Изменяя значение  $M$  в формуле (1) из описания работы № 8 (изменяя массу выбрасываемого в атмосферу вещества), добиться выполнения неравенства (2). Полученное значение выброса (г/с) будет для планируемого предприятия предельно допустимым – в этом случае при размещении предприятия на данной территории с учетом уже имеющихся предприятий экологическая обстановка в любой точке территории при любых метеоусловиях будет пригодной для жизни людей.

Для источника выбросов с круглым устьем в случае  $C_{\phi} < \text{ПДК}_{с.с.}$  можно рассчитать ПДВ (г/с) также с помощью следующей формулы:

$$\text{ПДВ} = (V_1 \Delta T)^{1/3} N^2 (\text{ПДК}_{с.с.} - C_{\phi}) / A F m n \Gamma. \quad (3)$$

Минимальная высота источника выбросов (трубы), рассчитываемая при проектировании предприятия:

$$H_{\min} = (V_1 \Delta T)^{-1/6} [A F m n \Gamma / (\text{ПДК}_{с.с.} - C_{\phi})]^{1/2}, \quad (4)$$

где  $V_1$ ,  $\Delta T$ ,  $A$ ,  $F$ ,  $m$ ,  $n$ ,  $\Gamma$ ,  $\text{ПДК}_{с.с.}$  – параметры, описанные в работе № 1;

$M$  – объем выбросов, т.е. масса загрязняющего вещества, выбрасываемого в атмосферу проектируемым предприятием в единицу времени.

Примечания:

1) Если из источника выбрасывается несколько загрязняющих веществ, то за высоту трубы должно приниматься наибольшее из

значений  $N_{\min}$ , которые определены для каждого вещества в отдельности.

2) Увеличение высоты трубы производится для обеспечения рассеивания с целью соблюдения величины ПДК<sub>с.с.</sub> в приземном слое атмосферы. При этом не допускается использование на энергетических объектах труб выше 250 м, а на других производствах – более 200 м. Если при расчетах получены значения, превышающие указанные, делается вывод о необходимости пересмотра технологического процесса с целью снижения выбросов в атмосферу, либо (при проектировании предприятия) изменения места расположения предприятия.

## **2. Задание по работе**

1. В варианте сочетания названий предприятий, указанном преподавателем, принять первое предприятие за уже функционирующее, а второе – за проектируемое. Определить для второго предприятия ПДВ и минимальную высоту трубы с учетом фоновой концентрации, создаваемой первым предприятием.

2. Расчет конкретного варианта выполнить по тем загрязняющим веществам, которые совпадают в выбросах обоих предприятий.

3. Расстояние между 1-м и 2-м предприятиями принять равным 3000 м.

4. Сделать выводы на основе анализа полученных результатов.

5. Представить отчет по работе.

### **3. Требования к оформлению отчета**

1. В отчете необходимо представить следующие данные: номер варианта с указанием сочетания названий предприятий; результаты промежуточных расчетов с точностью 3 знака после запятой; конечные результаты.

2. Полученные данные оформить в виде таблицы в соответствии с образцом (проектируемое предприятие – «ДИНАМО»):

Вариант 21. «ЭТАЛОН» + «ДИНАМО»					
Загрязняющее вещество	$C_{\text{ф}}$ , мг/м <sup>3</sup>	$C_{\text{max}}$ , мг/м <sup>3</sup>	ПДВ, г/с	М/ПДВ	$H_{\text{min}}$ , м
окислы азота	0,00072	0,03928	2,47	0,6	29,6
ртуть	0,00008 4	0,00021 6	0,0136	22,0	178,6
«ЭТАЛОН» $\alpha = 8,639$ ; $S_1 = 0,012$ .	«ДИНАМО» $\Delta T = 93,3 \text{ }^\circ\text{C}$ ; $V_1 = 7,913$ ; $m = 1,006$ ; $n = 1,032$ ; $M(\text{окислы азота}) = 1,5 \text{ г/с}$ ; $M(\text{ртуть}) = 0,3 \text{ г/с}$ .				

3. Отчет завершить выводами.

#### 4. Таблица вариантов выполнения расчетов:

№	Сочетание предприятий	№	Сочетание предприятий
1.	«АСТРА» + «ГЛОБУС»	11.	«МЕТЕОР»+ «КАЛИБР»
2.	«БАРЬЕР» + «ЗАРЯ»	12.	«ОМЕГА» + «РУБИН»
3.	«ВЕГА» + «МЕТЕОР»	13.	«ПРОТОН»+ КАЛИБР»
4.	«ГЛОБУС»+ «ДИНАМО»	14.	«РЕСУРС» + «ВЕГА»
5.	«ГРАНИТ» + «ФОТОН»	15.	«РУБИН» + «ЗАРЯ»
6.	«ЗАРЯ» + «ТИТАН»	16.	«СИГМА» + «ТОПАЗ»
7.	«ДИНАМО»+«ПРОТОН»	17.	«СПЕКТР» + «МЕТЕОР»
8.	«КАЛИБР» + «ФОТОН»	18.	«ТИТАН» + «РУБИН»
9.	«КВАРЦ» + «РЕСУРС»	19.	«ТОПАЗ» + «ГЛОБУС»
10.	«ЛУЧ» + «СПЕКТР»	20.	«ФОТОН» + «РЕСУРС»

### Практическая работа № 10

#### Определение санитарно-защитной зоны промышленного предприятия

Целью работы является определение границ санитарно-защитной зоны предприятия (СЗЗ) и графическое изображение контуров зоны в зависимости от розы ветров. Работа является продолжением работы № 8, в описании которой имеются данные, необходимые для выполнения настоящей работы.

## 1. Определение границ санитарно-защитной зоны предприятия

Размеры СЗЗ в зависимости от розы ветров определяются по формуле  $L = xP/P_0$ , где  $L$  – расстояние от источника выбросов до границы СЗЗ в рассчитываемом румбе (направлении ветра) розы ветров, м (значения  $L$ , как правило, различаются для ветров разных направлений);

$x$  – расстояние до участка местности в данном направлении, где концентрация загрязняющего веществ равна 1 ПДК<sub>с.с.</sub> (рассчитывается при  $1 < x/x_{\max} \leq 8$ ), м;

$P$  – среднегодовая повторяемость направлений ветров рассматриваемого румба, %;

$P_0$  – повторяемость направлений ветров одного румба при круговой розе ветров, % (например, при восьмирумбовой розе ветров  $P_0 = 12,5$  %.)

Примечание: для Томской области имеет место следующая повторяемость направлений ветров:

Ю– 9 %; С – 37 %; Ю-В – 10 %; С-З–16 %; В – 8 %;  
З– 6 %; С-В–8 %; Ю-З – 6 %.

При расчетах следует оценить границу зоны, на которой уровень концентрации равен 1 ПДК<sub>с.с.</sub> для каждого из загрязняющих веществ, выбрасываемых точечными источниками данного предприятия. Из полученных оценок выбрать наибольшую, приняв ее за границу санитарно-защитной зоны предприятия.

### 2. Задание по работе

1. Для источника выбросов предприятия, указанного преподавателем, необходимо рассчитать расстояние до границы санитарно-защитной зоны, используя при этом восьмирумбовую розу ветров.

2. Расчеты выполнить для всех загрязняющих веществ, выбрасываемых указанным предприятием.

3. Результаты расчетов изобразить графически, отмерив в масштабе на векторах каждого направления ветра (Ю, Ю-В, В, С-В, С, С-З, З, Ю-З) расстояние, на котором достигается концентрация каждого из выбрасываемых загрязняющих веществ, равная 1 ПДК<sub>с.с.</sub>. Полученные для каждого из веществ точки соединить замкнутой ломаной линией.

4. На чертеже, представляемом для отчета, следует показать окончательные контуры СЗЗ.

5. Сделать выводы по результатам данной работы. (Например, если выяснится, что максимально возможные концентрации выбрасываемых загрязняющих веществ  $C_{\max} < 1$  ПДК<sub>с.с.</sub>, делается заключение о том, что СЗЗ не нужна.)

6. Представить отчет по работе с рисунком и выводами.

### 3. Требования к оформлению отчета

1. В отчете необходимо представить следующие данные: номер варианта с указанием названия предприятия; характеристики его источника выбросов; результаты промежуточных расчетов с точностью 3 знака после запятой; конечные результаты представить в виде таблицы по следующему образцу:

Вариант № 21. Предприятие «ЭТАЛОН»				
Характеристика	Загрязняющее вещество			
	зола	окислы азота	фенол	ртуть
ПДК <sub>с.с.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	0,5	0,04	0,003	0,0003
C <sub>max</sub> , мг/м <sup>3</sup>	0,005	0,060	0,019	0,007
X <sub>max</sub> , М	47,275	347,275	347,275	347,275
X, М	–	801,947	368,855	4844,902
L <sub>Ю</sub> , М				3488,3
L <sub>Ю-В</sub> , М				3875,9
L <sub>В</sub> , М				3100,7
L <sub>С-В</sub> , М				3100,7
L <sub>С</sub> , М				14340,9
L <sub>С-З</sub> , М				6201,5
L <sub>З</sub> , М				2325,6
L <sub>Ю-З</sub> , М				2325,6
$P_{Ю}/P_0 = 0,72;$ $P_{Ю-В}/P_0 = 0,80;$ $P_В/P_0 = 0,64;$ $P_{С-В}/P_0 = 0,64;$ $P_С/P_0 = 2,96;$ $P_{С-З}/P_0 = 1,28;$ $P_З/P_0 = 0,48;$ $P_{Ю-З}/P_0 = 0,48.$				

## Задания для самостоятельной работы студентов

### Самостоятельная работа № 1. Современное состояние и охрана атмосферы: проверочная работа

1. В атмосфере Земли содержится 20,95%:  
А) азота            Б) кислорода    В) углекислого газа  
Г) углеводородов            Д) аргона
2. Парниковый эффект, вызванный увеличением в атмосфере углекислого газа, приводит:  
А) к понижению температуры нижних слоев атмосферы;  
Б) к повышению температуры нижних слоев атмосферы  
В) к таянию снегов и затоплению низменных участков земли;  
Г) к отравлению организмов;  
Д) к увеличению радиационного фона Земли.
3. Какова причина возникновения озоновых дыр?  
А) увеличение выбросов в атмосферу углекислого газа;  
Б) увеличение выбросов в атмосферу пыли;  
В) увеличение выбросов в атмосферу фреонов;  
Г) уменьшение в атмосфере доли кислорода.
4. Назовите газ атмосферы Земли, доля которого наиболее заметно увеличивается вследствие деятельности человека.
5. Доля какого газа в атмосфере Земли по вине человека наиболее заметно уменьшается?  
А) аргона (Ar);            Б) кислорода (O<sub>2</sub>);  
В) диоксида углерода (CO<sub>2</sub>);    Г) диоксида азота (NO<sub>2</sub>);  
Д) диоксида серы (SO<sub>2</sub>).
6. На Земле кислород расходуется (связывается) в ходе следующих процессов:  
А) горения;            Б) брожения;    В) окисления;  
Г) дыхания;            Д) разложения;            Е) восстановления.
7. Объясните, почему в черте города заболеваемость деревьев выше, а продолжительность их жизни меньше, чем в близлежащей сельской местности.
8. Выберите правильное утверждение.  
Озоновый слой находится:

- А) в нижнем слое атмосферы Б) в верхнем слое атмосферы;  
 В) в верхнем слое океана; Г) на глубине океана.
9. Объясните, почему в крупных городах главные автомагистрали необходимо проектировать параллельно, а не поперек направлению ветров.
10. Заполните таблицу «Основные загрязнители воздуха и их воздействие на природу и человека». В центральную колонку впишите основные источники загрязнения атмосферы (выбрать из списка), в правой колонке опишите опасность, которую представляют эти вещества для природы и человека.
- Источники: транспорт; цементные заводы; аварии на атомных реакторах; сжигание органического топлива (уголь, сланцы, нефтепродукты, торф); производство атомного оружия; производство железа, меди, серной кислоты, азотной кислоты; взрывы атомных и водородных бомб.

### **Основные загрязнители воздуха и их воздействие на природу и человека**

загрязняющие вещества	Источники	Последствия
Оксиды углерода (CO, CO <sub>2</sub> )		
Оксиды серы (SO <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> )		
Оксиды азота (NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> )		
Взвешенные вещества (пыль, сажа)		
Радиоактивные вещества		

11. Дайте прогноз состояния окружающей среды при повышении и при понижении концентрации углекислого газа в атмосфере.
12. Расчеты, проведенные учеными, говорят о том, что в ближайшие 150-180 лет количество атмосферного кислорода сократится на одну треть по сравнению с его современным содержанием. Перечислите виды человеческой деятельности, которые способствуют сокращению доли кислорода в атмосфере.
13. Растительность Западной Европы, северо-востока США и некоторых других районов земного шара вырабатывает значительно (во много раз) меньше кислорода, чем его

потребляют промышленность и гетеротрофные организмы, обитающие на этих территориях. Объясните, почему на этих территориях сохраняется жизнь? Что произойдет, если подобное соотношение потребления и воспроизводства кислорода будет на большей части земли?

14. Накопление в атмосфере парниковых газов является опасным для всех стран. Выберите из списка одну первоочередную природоохранную задачу для экономически развитой Германии и другую – для экономически слабо развитой Эфиопии, выполнение которых будет способствовать ослаблению парникового эффекта.

- А) запретить охоту;
- Б) прекратить строительство промышленных теплиц по выращиванию овощей;
- В) прекратить уничтожение лесов;
- Г) уменьшить сжигание нефтепродуктов;
- Д) уменьшить поступление в атмосферу фреонов;
- Е) противостоять процессу роста городов.

Объясните свой выбор.

15. Некоторые ученые предполагают, что к 2025 году повышение средней глобальной температуры составит 2,5 градуса, а к 2050 – 3-4 градуса. Опишите последствия для России.
16. Наименее устойчивы против газов и пыли сосна и ель, в то время как лиственница и лиственные породы – более устойчивы. Объясните, с чем это связано.
17. Рассмотрите таблицу. Предложите самые неотложные природоохранные меры по уменьшению загрязнения атмосферы Москвы.

Доля участия разных отраслей хозяйства в загрязнении атмосферы Москвы

Наименование отрасли	Доля от общего загрязнения атмосферы
Автотранспорт	77

Мосэнерго	13
Химнефтепром	3,5
Мосстройкомитет	1,1
Минпром РФ	0,6
Прочие	4,8

### Самостоятельная работа № 2.

#### Рациональное использование и охрана водных ресурсов

1. Расшифруйте аббревиатуры: ПАВ, СМС, ГЭС, ТЭС, АЭС, ПДС, ПДК.
2. Человек забирает из водоемов много воды на хозяйственные нужды. Установлены допустимые нормы водозабора, составляющие 1/25 годового речного стока. Из Волги на различные нужды хозяйства забирают 1/6 часть годового речного стока. Рассчитайте, во сколько раз превышает норму водозабор воды из Волги. К каким последствиям это приводит?
3. Перечислите отрасли хозяйства – основные потребители пресной воды.
4. Во льдах Гренландии, датированных 800 годом до н.э., содержится 0,0004 микрограмма свинца на 1 кг льда. Льды, образовавшиеся в 1753 году, содержат свинца в 25 раз больше, а образовавшиеся в 1969 году содержат 0,2 микрограмма свинца на 1 кг льда, то есть в 500 раз больше. Объясните, как свинец попадает во льды Гренландии и почему содержание свинца во льдах растет.
5. Перечислите отрасли хозяйства, загрязняющие поверхностные и подземные воды в наибольшей степени.
6. Известно, что составляющие нефть вещества в воде в основном нерастворимы и по сравнению с другими загрязнителями слаботоксичны. Объясните, почему же загрязнение вод нефтепродуктами считается одним из самых опасных.
7. Ежегодно вследствие аварий на нефтепроводах и танкерах, промышленных и транспортных выбросов, мойки автомашин, судов, цистерн и трюмов танкеров в Мировой океан попадает

- 14 миллионов тонн нефти. Один грамм нефти или нефтепродуктов способен образовать пленку на площади 10 квадратных метров водной поверхности. Определите площадь ежегодного загрязнения Мирового океана.
8. Как вы считаете, что надо сделать, чтобы уменьшить нефтяное загрязнение вод и суши?
  9. Зимой для таяния ледяной корки на дорогах используется соль. Это способствует значительному сокращению дорожно-транспортных происшествий. Опишите, какие изменения происходят в водоемах и в почве рядом с дорогой. Как и почему может измениться состояние деревьев и травы и придорожной зоне?
  10. Собранный на дорогах города снег дорожные службы вывозят. Куда можно вывозить и выгружать этот снег, учитывая экономические и экологические последствия (на поле, в реку или озеро, в специально вырытый котлован, в любое место)? Обоснуйте свой ответ.
  11. Озеро находится в сельской местности, промышленных предприятий вокруг нет. Можно ли быть уверенными в том, что воды этого озера не содержат вредных веществ?
  12. Укажите, где накапливаются уносимые с полей химические вещества, применяемые в сельском хозяйстве. Объясните, почему химические вещества, которые используются для обработки полей, обнаруживают в рыбе, выловленной в ближайшем пруду (озере, реке).
  13. Часто вдоль одной стороны дороги, проходящей через лес, можно заметить гибель деревьев и заболачивание почвы. Объясните, почему это происходит. Как можно предотвратить этот процесс при строительстве дорог?
  14. Сплав деревьев по рекам экономически очень выгоден, не надо строить дороги, использовать дорогостоящую технику, расходовать топливо и др. Объясните, почему экологи против такого сплава, особенно если деревья не связываются в плоты, а сплавляются поодиночке? Почему в таких реках исчезает рыба и другие водные организмы?
  15. Опишите, в чем преимущество замкнутых технологий использования воды по сравнению со строительством совершенных очистных сооружений.

16. Океан – обширная саморегулирующаяся система, удаленная от населенных территорий. Как вы считаете, целесообразно ли использовать его для захоронения основной массы радиоактивных и других опасных отходов? Обоснуйте свою точку зрения.
17. В 1947 году Тур Хейердал на плоту «Кон-Тики» за 101 сутки проплыл около 8 тысяч км в Тихом океане. Океан был чист и прозрачен. В 1969 году, дрейфуя на парусной лодке «Ра», путешественник и его спутники были потрясены тем, до какой степени загрязнен Атлантический океан: они обгоняли пластиковые сосуды, изделия из нейлона, консервные банки, пустые бутылки и т.д. Но особенно часто они наблюдали мазутные пятна. Как вы думаете, если бы Тур Хейердал в 1969 году повторил путешествие в Тихом океане, увидел бы он его таким же чистым и прозрачным, как в 1947 году и почему? Возможно ли такое положение, когда воды одного океана сильно загрязнены, а другого остаются чистыми и почему?

## Тесты по прикладной экологии

### Тест № 1. Современный экологический кризис и промышленная экология

1. Как изменилось воздействие человека на окружающую среду в эпоху НТР?
  - А) возросло
  - Б) уменьшилось
  - В) не изменилось
2. Как можно назвать современный экологический кризис?
  - А) кризис консументов
  - Б) кризис продуцентов
  - В) кризис редуцентов
3. Какие основные экологические проблемы связаны с бурным развитием промышленности в эпоху НТР?
  - А) истощение природных ресурсов и загрязнение окружающей среды

- Б) сокращение площади естественных экосистем и парниковый эффект
  - В) кислотные дожди и снижение биоразнообразия
4. Когда появилась промышленная экология?
- А) во второй половине XIX века
  - Б) в первой половине XX века
  - В) во второй половине XX века
5. Что является предметом изучения промышленной экологии?
- А) экосистемы
  - Б) природно-технические и природно-техногенные системы
  - В) социоэкосистемы
6. Какие три направления, связанные с временной шкалой, развиваются в промышленной экологии. Дать краткую характеристику каждого направления.
7. Что является глобальной целью промышленной экологии?
- А) обеспечение устойчивого развития человеческого общества
  - Б) разработка нормативов воздействия промышленных предприятий на окружающую среду
  - В) разработка безотходных технологий
8. Указать три основные задачи, которые должна решить промышленная экология для достижения глобальной цели.
9. Какой природный процесс является наиболее энергоемким?
- А) синтез органических веществ из неорганических
  - Б) разложение органики и возвращение ее в биологический круговорот
  - В) перевод органического вещества из одной формы в другую
10. Какой хозяйственный процесс является наиболее энергоемким в настоящее время?
- А) производство
  - Б) переработка отходов
  - В) транспортировка сырья
11. Какая доля материальных ресурсов переходит в отходы в процессе промышленного производства?
- А) 20%
  - Б) 50%

В) 90%

12. Какое изобретение положило начало промышленной революции в истории человечества?

А) изобретение колеса

Б) создание паровой машины

В) разработка двигателя внутреннего сгорания

13. Как меняется ассортимент используемых минеральных ресурсов с развитием промышленности?

А) значительно возрастает

Б) незначительно возрастает

В) снижается

### Тест № 2. Экологические проблемы энергетики

1. Что является возобновимым источником энергии?

А) уголь

Б) ядерное горючее

В) солнечное излучение

2. Что является невозобновимым источником энергии?

А) энергия ветра

Б) геотермальная энергия

В) нефть

3. Использование каких источников энергии сопровождается дополнительным нагревом окружающей среды?

А) невозобновимые источники

Б) возобновимые источники

В) оба вида источников

4. На каких электростанциях используется энергия движущейся воды?

А) ГЭС

Б) АЭСВ) ТЭС

5. Наибольшее загрязнение атмосферы по объему выбросов происходит в результате деятельности предприятий:

а) цветной металлургии

б) черной металлургии

в) теплоэнергетики

6. Наиболее экологичным топливом является:

а) нефть

б) газ

в) уголь

7. Основным источником электроэнергии в настоящее время является?

- А) уголь                      Б) нефть                      В) газ
8. Какое вещество является главным загрязнителем атмосферы при сжигании природного газа?
- А) оксиды азота                      Б) оксиды серы  
В) тяжелые металлы
9. Величина СЗЗ АЭС по нормативам составляет?
- А) 10 км                      Б) 50 км                      В) 35 км
10. С чем связано основное воздействие ГЭС на окружающую среду?
- А) с загрязнением атмосферы    Б) с созданием водохранилищ  
В) с тепловым загрязнением

Тест № 3. Обращение с отходами. Очистка промышленных выбросов и сбросов

1. Как изменяется в настоящее время количество бытовых отходов в расчете на одного человека?
- А) количество отходов возрастает  
Б) количество отходов не изменяется  
В) количество отходов снижается
2. В каких типах зданий образуется большее количество бытовых отходов в расчете на одного человека?
- А) в новых благоустроенных зданиях  
Б) в старых неблагоустроенных зданиях  
В) различия незначительны
3. В каких отраслях промышленности образуется наибольшее количество твердых отходов?
- А) химическая и нефтехимическая промышленность  
Б) легкая и пищевая промышленность  
В) угольная промышленность и металлургия
4. Какие отходы относятся к разряду токсичных?
- А) отходы, способные повредить живым организмам (канцерогенные, мутагенные, ядовитые)  
Б) отходы с резким неприятным запахом  
В) легко воспламеняющиеся и взрывчатые отходы
5. Как изменилось количество токсичных отходов за последние годы?
- А) возросло

- Б) уменьшилось
  - В) не изменилось
6. Что такое «химическая ловушка»?
- А) полигон для хранения ТБО (твердых бытовых отходов)
  - Б) старые захоронения опасных отходов
  - В) несанкционированная свалка
7. Кто обязан принимать меры по обезвреживанию ПО и ТБО согласно закону РФ «Об охране окружающей природной среды»?
- А) местные органы власти
  - Б) предприятия и организации
  - В) граждане
  - Г) все вышеперечисленные субъекты
8. Следует ли получать государственную лицензию для того, чтобы работать в сфере обращения с отходами?
- А) да, обязательно
  - Б) только для некоторых видов отходов
  - В) не обязательно
9. Какие объекты включаются в государственный кадастр отходов?
- А) полигоны для твердых отходов
  - Б) локальные очистные сооружения промышленных предприятий
  - В) мусоропроводы в зданиях
10. Какой метод транспортировки позволяет наиболее оперативно удалять быстро разлагающиеся бытовые отходы?
- А) сбор в специальные контейнеры с последующим вывозом
  - Б) пневматическое удаление мусора из мусоропроводов
  - В) дробление и сплав в канализацию
11. Что такое неконтролируемая свалка?
- А) полигон для ТБО, на работу которого не получена лицензия
  - Б) специально отведенный отгороженный участок земли
  - В) территория вокруг городских мусоросборников
12. С чем связана наибольшая опасность при сжигании мусора на неконтролируемых свалках?

- А) возможность образования диоксинов
  - Б) неприятный запах
  - В) снижение видимости из-за попадания в атмосферу дыма и твердых частиц
13. Чем опасен метан, который образуется при анаэробном разложении отходов в могильниках?
- А) метан токсичен, он отравляет атмосферу и к тому же обладает неприятным запахом
  - Б) метан обладает канцерогенным и мутагенным действием
  - В) распространяясь в почве, метан губит растительность, а также может вызвать разрушение зданий
14. Какие отходы можно компостировать с последующим использованием в сельском хозяйстве?
- А) любые
  - Б) органические
  - В) токсичные
15. При каких условиях оправдано сжигание отходов?
- А) при высоких температурах (не менее 1000 градусов)
  - Б) вдали от населенных пунктов
  - В) если отходящие газы подвергаются очистке, а тепловая энергия эффективно используется
16. Какой способ используется для получения биогаза из органических отходов?
- А) анаэробное сбраживание с участием микроорганизмов
  - Б) окисление при высоких температурах
  - В) химические реакции с участием катализаторов
17. Какой участок более подходит для размещения полигона опасных отходов?
- А) заболоченный
  - Б) с песчаными почвами
  - В) с глинистыми почвами
18. Какие технологии признаны наиболее перспективными для сегодняшнего дня?
- А) традиционные
  - Б) полностью безотходные
  - В) малоотходные

19. Какие виды контроля в сфере обращения с отходами предусматривает законодательство РФ?
- А) государственный контроль
  - Б) производственный контроль
  - В) общественный контроль
  - Г) все вышеперечисленное
20. Какой способ защиты атмосферного воздуха от промышленных выбросов представляется наиболее радикальным?
- А) экологизация технологических процессов
  - Б) очистка выбросов от вредных примесей
  - В) рассеивание выбросов в атмосфере
21. Какие устройства обеспечивают наиболее высокий уровень очистки газообразных выбросов от мельчайших частиц пыли?
- А) пылеосадительные камеры
  - Б) скрубберы
  - Г) электрофильтры
22. На каком принципе основан метод абсорбции?
- А) поглощение вредных газообразных выбросов жидким поглотителем
  - Б) извлечение вредных компонентов из промышленных выбросов с помощью особых твердых веществ с микропористой структурой
  - В) превращение токсичных веществ в менее токсичные с помощью катализатора
23. Какой метод используют для удаления углеводородов из газообразных выбросов?
- А) высокотемпературное сжигание (термический метод)
  - Б) фильтрация (электрические фильтры)
  - В) производство биогаза.
24. Как изменяется состав выхлопных газов при переводе автомобилей на сжиженный газ?
- А) в 10 раз снижается количество оксидов серы
  - Б) в 3-4 раза снижается количество оксида углерода
  - В) в 5 раз снижается количества соединений свинца.
25. Какое значение имеют локальные очистные сооружения для очистки промышленных сточных вод?

- А) сточные воды освобождаются от взвешенных частиц и специфических токсичных компонентов  
Б) сточные воды освобождаются от взвешенных органических соединений  
В) сточные воды обогащаются кислородом
26. Что такое биологическая очистка сточных вод?  
А) окисление органических веществ с участием микроорганизмов  
Б) анаэробное сбраживание органических соединений  
В) каталитическое окисление органических компонентов сточных вод
27. С какой целью производят обеззараживание сточных вод?  
А) уменьшение токсичности компонентов  
Б) разложение диоксинов  
В) уничтожение опасных микроорганизмов
28. Какие устройства используются для механической очистки сточных вод?  
А) адсорберы      Б) отстойники      В) чашки Петри
29. Как называется процесс извлечения из сточных вод взвешенных загрязнений в результате прилипания к пузырькам газа, пропускаемого через очищаемую жидкость?  
А) адсорбция      Б) флотация      В) нейтрализация
30. Какой метод очистки сточных вод относится к группе физико-химических методов?  
А) нейтрализация      Б) отстаивание      В) коагуляция.

## Вопросы к зачету по прикладной экологии

1. Прикладная экология как наука, ее цель и задачи
2. Связь прикладной экологии с другими науками и с практической деятельностью человека
3. Разделы и методы прикладной экологии
4. История природоохранной деятельности
5. Антропогенные воздействия на окружающую среду, их классификация
6. Понятие загрязнения, виды загрязнений
7. Нормирование состояния окружающей среды
8. Антропогенные воздействия на атмосферу
9. Парниковый эффект
10. Разрушение озонового слоя
11. Кислотные осадки
12. Состояние воздуха в городах
13. Нормирование состояния атмосферного воздуха, разработка нормативов ПДК
14. Защита атмосферного воздуха от загрязнений
15. Разработка нормативов ПДВ
16. Антропогенные воздействия на гидросферу
17. Нефтяные загрязнения мирового океана
18. Нормирование состояния гидросферы
19. Защита гидросферы от загрязнений
20. Разработка нормативов ПДС
21. Антропогенные воздействия на литосферу и на почву
22. Агроэкология
23. Нормирование состояния почв
24. Защита почв от антропогенных воздействий
25. Типы ландшафтов и особенности их использования
26. Природно-техногенные системы и их свойства
27. Урбэкология и проблемы урбанизации
28. Экологические проблемы городов
29. Климат города
30. Влияние городов на окружающую среду

## Литература для подготовки к итоговой аттестации по дисциплине

1. Адам А. М., Мамин Р. Г. Природные ресурсы и экологическая безопасность Западной Сибири. – М.: ПОЛТЕКС, 2000. – 142 с.
2. Гридэл Т.Е., Алленби Б.Р. Промышленная экология: Учебное пособие для ВУЗов / Пер. с англ. Под редакцией проф. Гирусова Э.В. – М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2004. – 527 с.
3. Гринин А.С., Новиков В.Н. Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация, переработка. – М: ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 336 с.
4. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. – Ростов- на-Дону: Феникс, 2003.
5. Мазур И.И., Молдаванов О.И. Курс инженерной экологии. – М: Высшая школа, 1999. – 447 с.
6. Розанов С. И. Общая экология, 2003.
7. Трифонов Т. А., Селиванова Н. В., Мищенко И. В. Прикладная экология. – М.: Академический проект: Традиция, 2005. – 384 с.
8. Хван Т.А. Промышленная экология. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. - 320 с.
9. Экология / ред. Денисов В. В. – Ростов-на-Дону, 2002.