

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра экологии

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Методическое пособие
для подготовки к практическим занятиям
и контрольной работе по дисциплине
«Основы экологии и энергосбережения»
для студентов всех специальностей БГУИР
заочной формы обучения

Минск БГУИР 2011

УДК [502.12+621.311.16](075.8)
ББК 20.1я73+31.19я73
О-75

С о с т а в и т е л и:

И. И. Кирвель, Н. В. Цявловская, М. А. Бобровничая,
В. И. Камлач

О-75 **Основы экологии и энергосбережения** : метод. пособие для подготовки к практ. занятиям и контр. работе по дисциплине «Основы экологии и энергосбережения» для студ. всех спец. БГУИР заоч. формы обуч. / сост. И. И. Кирвель [и др.] – Минск : БГУИР, 2011. – 38 с.
ISBN 978-985-488-547-6.

Пособие включает методические указания по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы, ее варианты и список литературы для самоподготовки. На примерах показана методика решения контрольных задач.

УДК [502.12+621.311.16](075.8)
ББК 20.1я73+31.19я73

ISBN 978-985-488-547-6

© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2011

Содержание

Введение.....	4
1.1. Методические указания к изучению дисциплины и выполнению контрольной работы.....	5
1.2. Варианты контрольной работы	6
1.3. Теоретические вопросы.....	7
1.4. Контрольные задачи.....	10
Литература.....	36

Библиотека БГУИР

Введение

Задача дисциплины «Основы экологии и энергосбережения» – изучение вопросов обеспечения устойчивого развития и научно-инженерных способов охраны окружающей среды, а также проблем эффективного использования топливно-энергетических ресурсов.

Изучение дисциплины предполагает тесную интеграцию знаний об охране окружающей среды и энергосбережении, основанных на мировом опыте и государственной политике с предметами профессиональной подготовки, позволяющую предвидеть и решать проблемы экологии и энергосбережения в рамках индивидуальной специализации студентов. В задачи дисциплины входит:

– обучить грамотному восприятию явлений, связанных с жизнью человека в природной среде, и использованию энергоресурсов, в том числе и в его профессиональной деятельности;

– ознакомить с основными экологически чистыми ресурсо- и энергосберегающими технологиями, методами и способами природопользования, приоритетными направлениями энергосбережения по различным отраслям народного хозяйства;

В результате изучения дисциплины «Основы экологии и энергосбережения» студент должен

знать:

– закономерности функционирования экологических систем, их структурно-функциональные особенности, включая потоки энергии и круговороты веществ;

– последствия антропогенного воздействия на природу, состояние и проблемы природной среды Беларуси;

– место и роль человека в системе «человек – окружающая среда», опасные факторы природного и техногенного происхождения;

– вопросы производства, распределения и потребления энергии, экономики энергетики, экологические аспекты энергосбережения;

уметь:

– оценивать специфику экологических и энергосберегающих подходов к организации современного промышленного производства;

– анализировать взаимозависимость между деятельностью человека, состоянием окружающей среды и здоровьем нации, а также хозяйственно-экономические механизмы, определяющие степень антропогенного воздействия на природную среду;

применять:

– приемы выявления и внедрения новых энергоэффективных технологий, а также нетрадиционных и экологически чистых энергоисточников в различных отраслях народного хозяйства.

Итоговый контроль – зачет.

1.1. Методические указания к изучению дисциплины и выполнению контрольной работы

Основным методом изучения дисциплины является самостоятельная работа с литературой. При этом рекомендуется конспектировать наиболее значимые положения, подходы, утверждения и определения. Конспект поможет систематизировать усваиваемый материал и окажется полезным при подготовке к зачету. В случае возникновения затруднений при выполнении контрольной работы студент может обратиться за помощью к *своему* преподавателю. График консультаций преподавателя-консультанта вывешивается на доске объявлений кафедры экологии.

Контрольная работа оформляется на листах формата А4. На титульном листе должны быть указаны имя и фамилия студента, номер группы и номер варианта контрольной работы (табл. 1.1). Выполнение контрольной работы необходимо начинать с ответов на теоретические вопросы, а затем приступать к решению задач. Следует полностью записать номер вопроса (задачи), его (ее) содержание и только затем приступать к ответу. Объем ответа на один контрольный вопрос должен составлять не более 3–4 листов А4. Два контрольных вопроса и решение двух задач оформляются и сдаются на проверку на одном бумажном носителе (для ДО допускается электронная версия, а два контрольных вопроса и решение двух задач – это объем двух контрольных работ).

При неверных или неполных ответах, ошибках в решении задач и т. п. работа возвращается студенту на доработку. Доработку следует производить на чистых страницах той же работы в виде правильного ответа или нового решения задачи. В случае достаточно качественного выполнения работы на титульном листе делается надпись «Допущен к защите». Студент допускается к сдаче зачета только при наличии контрольной работы.

Таблица 1.1

Номера вариантов

Последняя цифра шифра	Предпоследняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
4	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
5	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
6	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

1.2. Варианты контрольной работы

Вариант контрольной работы выбирается на основании шифра зачетки студента (табл. 1.1). Номера теоретических вопросов и типы контрольных задач для каждого варианта контрольной работы указаны в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Варианты контрольной работы

Номер варианта контр. работы	Номера теор. вопросов	Типы контр. задач (вариант данных для расчета)	Номер варианта контр. работы	Номера теор. вопросов	Типы контр. задач (вариант данных для расчета)
1	1, 59	I (1); VI (5)	31	31, 59	V (6); IX (11)
2	2, 58	I (2); VI (6)	32	32, 29	V (7); IX (12)
3	3, 57	I (3); VI (7)	33	33, 28	V (8); X (1)
4	4, 56	I (4); VI (8)	34	34, 27	VI (2); X (2)
5	5, 55	I (5); VI (1)	35	35, 26	VI (3); X (3)
6	6, 54	I (6); VII (1)	36	36, 25	VI (4); X (4)
7	7, 53	I (7); VII (2)	37	37, 24	X (5); VIII (4)
8	8, 52	I (8); VII (3)	38	38, 23	X (6); VIII (5)
9	9, 51	II (1); VII (4)	39	39, 22	X (7); VIII (6)
10	10, 50	II (2); VII (5)	40	40, 21	X (8); VIII (7)
11	11, 49	II (3); VII (6)	41	41, 20	X (9); VIII (8)
12	12, 48	II (4); VII (7)	42	42, 19	X (10); VIII (9)
13	13, 47	II (5); VII (8)	43	43, 18	X (11); VIII (10)
14	14, 46	II (6); VII (9)	44	44, 17	X (12); VIII (11)
15	15, 45	II (7); VII (10)	45	45, 16	XI (1); VIII (12)
16	16, 44	II (8); VII (11)	46	46, 15	XI (2); II (3)
17	17, 43	III (1); VII (12)	47	47, 14	XI (3); II (4)
18	18, 42	III (2); VII (13)	48	48, 13	XI (4); II (5)
19	19, 41	III (3); VII (14)	49	49, 12	XI (5); II (6)
20	20, 40	III (4); VIII (1)	50	50, 11	XI (6); II (7)
21	21, 39	III (5); IX (1)	51	51, 10	XI (7); II (8)
22	22, 38	III (6); IX (2)	52	52, 9	XI (8); III (1)
23	23, 37	III (7); IX (3)	53	53, 8	XI (9); III (2)
24	24, 36	III (8); IX (4)	54	54, 7	XI (10); III (3)
25	25, 35	IV (1); IX (5)	55	55, 6	XI (11); III (4)
26	26, 34	V (1); IX (6)	56	56, 5	XI (12); III (4)
27	27, 33	V (2); IX (7)	57	57, 4	XI (13); III (5)
28	28, 32	V (3); IX (8)	58	58, 3	XI (14); III (6)
29	29, 31	V (4); IX (9)	59	59, 2	VIII (2); III (7)
30	30, 60	V (5); IX (10)	60	60, 1	VIII (3); III (8)

1.3. Теоретические вопросы

1. Предмет, цели и задачи дисциплины «Основы экологии и энергосбережения», суть понятий «экология», «энергосбережение».
2. Биосфера, ее характеристика, область распространения. Ноосфера как новый этап в эволюции биосферы.
3. Основные этапы в истории взаимоотношений общества и природы (древнекаменный, новокаменный, промышленный, этап НТР), их отличительные эколого-экономические особенности.
4. Определение понятий «экологическая система», «биогеоценоз», их основное различие.
5. Биохимический круговорот веществ в природе как основа динамической устойчивости, сбалансированности природных процессов.
6. Естественные и искусственные факторы, воздействующие на биосферу Земли. Основные причины образования отходов производства.
7. Характеристика экономического, эколого-экономического и социально-экономического принципов природопользования на различных стадиях развития общества.
8. Характеристика концепции экономического развития с учетом охраны природы.
9. Эколого-экономическое значение природных ресурсов. Классификация природных ресурсов по их происхождению, исчерпаемости и возобновляемости.
10. В чем суть балльной оценки природных ресурсов как природно-ресурсного потенциала страны? Укажите основной недостаток этой системы оценки.
11. Методы определения экономической оценки природных ресурсов.
12. Природные ресурсы Республики Беларусь (топливно-минеральные ресурсы, горно-химическое сырье, строительные материалы, минеральные подземные воды и др.).
13. Атмосфера как газовая среда, окружающая Землю. Отличительные особенности и характеристики атмосферных слоев. Защитная роль атмосферы.
14. Экологическое значение атмосферы. Использование атмосферного воздуха как природного ресурса в народном хозяйстве (производимая продукция).
15. Естественное (природное) и антропогенное (техногенное) загрязнение атмосферы. Особенности глобального загрязнения атмосферы.
16. Важнейшие негативные последствия загрязнения атмосферы.
17. Гидросфера. Химический состав воды. Максимальная концентрация растворенных солей в пресной, солоноватой и соленой воде. Примерный объем водных ресурсов Земли, процентное содержание в нем пресных вод и вод, пригодных для водопользования. Перспективные источники пресной воды на Земле.

18. Экологическое и хозяйственное значение водных ресурсов. Основные источники загрязнения гидросферы (производства, предприятия). Химическое, физическое и биологическое загрязнение, их характеристика. Тяжелые металлы и их соединения как загрязнители, наносящие водоемам наибольший вред. Основные источники радиоактивного загрязнения, его негативные последствия.

19. Литосфера как верхняя часть земной коры. Социально-экономическое значение земельных ресурсов.

20. Основные причины, приводящие к сокращению пахотных земель, снижению их плодородия и качества сельхозпродукции.

21. Основные причины и источники загрязнения почв. Состав загрязнителей, наиболее опасных для человека и биосферы в целом. Возможные негативные последствия загрязнения литосферы.

22. Экологическое и социально-экономическое значение животного и растительного мира. Лес как важнейший растительный ресурс, его эколого-экономическая роль.

23. Минеральные ресурсы как основа индустриального развития общества и НТП. Топливо-энергетическая и рудная группы полезных ископаемых. Горно-химическое сырье и минерально-строительные материалы, области их использования.

24. Система управления природопользованием и охраной окружающей среды (органы управления, объекты управления, правовая основа управления).

25. Мониторинг в области окружающей среды (локальный, национальный, многонациональный). Определение, цель.

26. Экологическая экспертиза, ее содержание (определение), цель, виды.

27. Экологическое нормирование и оценка качества окружающей среды, его технологическая, научно-техническая и санитарно-гигиеническая составные части. Понятие о ПДК, ПДВ, ПДС и др.

28. Рыночное регулирование как новый экономический механизм в природоохранной деятельности. Понятие о рынке разрешений (лицензий) или торговли правами на выбросы.

29. Основные виды ущерба от загрязнения и истощения природной среды (экологический, экономический, социальный), их суть.

30. Экономическая и социальная эффективность (результативность) природоохранных мероприятий. Принцип определения экономической и социальной эффективности.

31. Наиболее актуальные глобальные экологические проблемы.

32. Основные причины изменения климата Земли, разрушения озонового слоя, истощения природных ресурсов. Возможные последствия этих изменений.

33. Региональные экологические проблемы. Понятие о зонах экологического бедствия. Экологические проблемы Южного Урала, Казахстана, Аральского моря, озера Байкал.

34. Наиболее актуальные экологические проблемы Беларуси. Социально-экономические последствия негативного антропогенного воздействия на экологию республики.
35. Основные принципы защиты окружающей среды от загрязнения на современном этапе и в перспективе. Пассивные методы защиты окружающей среды от загрязнения.
36. Способы обеззараживания и захоронения отходов, применяющиеся в настоящее время в мировой практике.
37. Методы и средства защиты воздушного бассейна от загрязнений (сухие пылеуловители, мокрые пылеуловители). Методы очистки промышленных выбросов от газообразных примесей (абсорбция, адсорбция, окклюзия, хемосорбция и др.). Принципы их работы.
38. Организационно-планировочные, технологические и санитарно-технические методы и средства защиты водных ресурсов от загрязнения. Суть механической, химической и биологической очистки сточных вод.
39. Принципы рационального использования и охраны недр Земли (полезных ископаемых).
40. Цель создания заповедников, заказников, национальных парков. Основные их различия и задачи.
41. Международное сотрудничество в природоохранной деятельности как объективная необходимость решения глобальных экологических проблем.
42. Восполняемые и невозполняемые энергетические ресурсы.
43. Классификация первичной энергии.
44. Виды топлива, их состав и теплота сгорания.
45. Основные типы электростанций.
46. Потери электроэнергии при транспортировании.
47. Тепловые сети. Потери тепла при транспортировке.
48. Графики электрических и тепловых нагрузок.
49. Прямое преобразование солнечной энергии в тепловую.
50. Структура энергопотребления в Республике Беларусь.
51. Ветроэнергетика.
52. Обращение с отходами. Классы опасности. Способы переработки отходов.
53. Малая гидроэнергетика.
54. Аккумулирование тепловой энергии.
55. Методы и приборы регулирования, контроля и учета потребления энергоресурсов.
56. Способы обеззараживания и захоронения отходов, применяющиеся в мировой практике.
57. Специфические экономические проблемы ядерной энергетики.
58. Рациональные системы отопления зданий и сооружений. Повышение эффективности систем отопления.

59. Рациональное использование электрической и тепловой энергии в бытовых целях.

60. Энергетика, энергосбережение и энергетические ресурсы. Основные понятия.

1.4. Контрольные задачи

Задача (тип I). Рассчитать площадь зоны активного загрязнения (ЗАЗ) и оценить экономическую эффективность природоохранных мероприятий по защите атмосферы в пригородной зоне отдыха от загрязнения выбросами промышленного предприятия. Исходные данные приведены в табл. 1.4, 1.5.

Методика решения задачи приведена в методическом пособии [1].

Таблица 1.3

Влияние систем очистки на количество выбросов предприятия

Вариант данных для расчета	Наименование вещества	Масса выброса, т/год	
		m_1 , до установки систем очистки	m_2 , после установки систем очистки
1	Аммиак	40	10
	Сернистый газ	30	10
	Диоксид серы	30	8
2	Оксид углерода	64	22
	Метилмеркоптан	18	3
	Оксид азота	60	21
3	Сероводород	21	9
	Диоксид серы	32	8
	Никель	1	0,77
4	Аммиак	44	12
	Цемент	128	45
	Диоксид серы	37	8
5	Цианистый водород	4	1,5
	Диоксид кремния	14	3
	Сероводород	29	21
6	Ацетон	65	21
	Диоксид серы	38	7
	Соединения свинца	0,6	0,33
7	Сероводород	24	9
	Метилмеркоптан	12	3
	Никель	1,3	0,77
8	Оксид углерода	64	28
	Цемент	120	53
	Оксид азота	60	21

Климатические определяющие

Параметр	Вариант данных для расчета							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Высота источника H , м	150	90	70	50	120	100	80	60
Температура в устье источника t_1 , °С	110	150	90	130	70	110	170	140
Скорость оседания загрязнителя, см/с	0,5	3	15	5	8	0,8	2	26
Температура окружающей среды t_2 , °С	20	30	10	20	30	10	20	30
Скорость ветра на уровне Флюгера U , м/с	–	4	5	–	7	2	0,5	4
Капиталовложения в очистное оборудование, млн р.	400	600	800	200	700	500	300	100
Эксплуатационные расходы, млн р./год	30	10	40	6,0	20	70	40	10

Зона активного загрязнения для организованных источников высотой $H > 10$ м представляет собой кольцо между окружностями с внутренним и внешним радиусами $r_{внутр}$ и $r_{внеш}$, которые рассчитываются по формулам

$$r_{внутр} = 2\varphi \cdot H, \quad (1)$$

$$r_{внеш} = 20\varphi \cdot H, \quad (2)$$

где H – высота источника;

φ – поправка на тепловой подъем факела, которая рассчитывается по формуле

$$\varphi = 1 + \Delta t / 75, \quad (3)$$

где Δt – значение разности температуры выбрасываемой газовой смеси в устье источника и температурой окружающей среды (табл. 1.5).

Пример решения задачи I типа.

1. Расчет площади ЗАЗ.

Подставим в формулы значения и проведем вычисления:

– среднегодовое значение разности температур:

$$\Delta t = 90 - 10 = 80 \text{ } ^\circ\text{C};$$

– поправка φ на тепловой подъем факела выбросов в атмосфере:

$$\varphi = 1 + 80 / 75 = 2,07;$$

– внутренний радиус ЗАЗ равен

$$r_{\text{внутр}} = 2 \cdot 2,07 \cdot 70 = 289,8 \text{ м};$$

– внешний радиус ЗАЗ равен

$$r_{\text{внеш}} = 20 \cdot 2,07 \cdot 70 = 2898 \text{ м};$$

– площадь внутреннего круга $S_{\text{внутр}}$ равна

$$S_{\text{внутр}} = \pi \cdot r_{\text{внутр}}^2 = 3,14 \cdot 289,8^2 = 263709,8856 \text{ м}^2;$$

– площадь внешнего круга $S_{\text{внеш}}$ равна

$$S_{\text{внеш}} = \pi \cdot r_{\text{внеш}}^2 = 3,14 \cdot 2898^2 = 26370988,56 \text{ м}^2;$$

– площадь зоны активного загрязнения равна

$$S_{\text{ЗАЗ}} = 26370988,56 - 263709,8856 = 26107278,6744 \text{ м}^2 = 26,1 \text{ км}^2.$$

Ответ: Площадь зоны активного загрязнения составляет 26,1 км².

2. Расчет экономической эффективности мероприятий по защите атмосферы.

Определяем экономическую эффективность природоохранных мероприятий по формуле:

$$E = (\mathcal{E} - \mathcal{Z} - C) / K, \quad (4)$$

где C – дополнительные эксплуатационные расходы, р./год;

K – единовременные капитальные вложения, р./год.

\mathcal{Z} – приведенные затраты на строительство и внедрение оборудования;

\mathcal{E} – предотвращенный годовой экономический ущерб после проведения атмосферозащитных мероприятий, который определяется как разность между экономическим ущербом (Y_1) до проведения мероприятий и экономическим ущербом (Y_2) после их проведения:

$$\mathcal{E} = Y_1 - Y_2. \quad (5)$$

Приведенные затраты (\mathcal{Z}) на строительство рассчитываются по формуле

$$\mathcal{Z} = C + E_n \cdot K, \quad (6)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; принимается равным 0,12.

Расчет годового экономического ущерба в результате загрязнения атмосферы (Y_1) до проведения защитных мероприятий и (Y_2) после проведения защитных мероприятий рассчитывается следующим образом:

$$Y_1 = \gamma \cdot f \cdot \sigma \cdot \mu_1, \quad (7)$$

$$Y_2 = \gamma \cdot f \cdot \sigma \cdot \mu_2, \quad (8)$$

где γ – величина удельного ущерба от одной условной тонны выбросов, р./усл. т ($\gamma = 2400$ р./усл. т.);

f – коэффициент, учитывающий характер и условия рассеивания выбросов источником примесей;

σ – коэффициент, учитывающий относительную опасность загрязнения атмосферного воздуха на территориях с различной плотностью и чувствительностью реципиентов;

μ_1, μ_2 – суммарная масса выбросов загрязняющих веществ, приведенная к единице токсичности, усл. т/год соответственно; (μ_1) до проведения защитных мероприятий и (μ_2) после проведения защитных мероприятий.

Значение коэффициента f , учитывающего характер и условия рассеивания примесей, определяется следующим образом:

$$f = \left(\frac{1000}{60 + \varphi \cdot H} \right)^{0,5} \cdot \frac{4}{1 + U}, \quad (9)$$

где H – высота источника, м;

φ – поправка на тепловой подъем факела выбросов в атмосфере, $\varphi = 2,07$, рассчитывался ранее по формуле (3);

U – среднегодовое значение модуля скорости ветра на уровне флюгера, м/с (дано по условию).

В данном случае скорость оседания газообразных примесей и легких мелкодисперсных частиц находится в пределах от 1 до 20 см/с.

Коэффициент σ , учитывающий относительную опасность загрязнения атмосферного воздуха (далее – коэффициент относительной опасности загрязнения воздуха) определяем по табл. методического пособия [1]: σ для центральной части города (по условию) равна 6.

Суммарная масса выбросов загрязняющих веществ, приведенная к единой токсичности, (μ_1) до проведения защитных мероприятий и (μ_2) после проведения защитных мероприятий, определяется по формуле

$$\mu_1 = \sum_{i=1}^N A_i \cdot m_i, \quad (10)$$

$$\mu_2 = \sum_{i=1}^N A_i \cdot m_2, \quad (11)$$

где N – общее число примесей, содержащихся в выбросах источника (дано по условию);

A_i – показатель относительной агрессивности i -го вещества, усл. т/т (значение A_i для каждого вещества дано в табл. методического пособия) [1];

m_1, m_2 – масса годового выброса примеси i -го вида в атмосферу, т/год (дано по условию для каждого вещества). m_1 – до установки систем очистки, m_2 – после установки систем очистки.

Рассчитываем:

$$\begin{aligned} \mu_1 &= \sum_{i=1}^N A_i \cdot m_1 = 40\,000 \cdot 4,64 + 30\,000 \cdot 16,5 + 30\,000 \cdot 16,5 = 185\,600 + \\ &+ 495\,000 + 495\,000 = 1\,175\,600 \text{ (усл. т/т);} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_2 &= \sum_{i=1}^N A_i \cdot m_2 = 10\,000 \cdot 4,64 + 10\,000 \cdot 16,5 + 8\,000 \cdot 16,5 = 46\,400 + \\ &+ 165\,000 + 132\,000 = 343\,400 \text{ (усл. т/т);} \end{aligned}$$

$$f = \left(\frac{1000}{60 + \varphi \cdot H} \right)^{0,5} \cdot \frac{4}{1+U} = \left(\frac{1000}{60 + 2,46} \cdot 50 \right)^{0,5} \cdot \frac{4}{1+3} = 2,34;$$

$$Y_1 = \gamma \cdot f \cdot \sigma \cdot \mu_1 = 2400 \cdot 2,34 \cdot 6 \cdot 1\,175\,600 = 3\,961\,301\,710.$$

$$Y_2 = \gamma \cdot f \cdot \sigma \cdot \mu_2 = 2400 \cdot 2,34 \cdot 6 \cdot 343\,400 = 1\,157\,120\,610.$$

$$\mathcal{E} = Y_1 - Y_2 = 3\,961\,301\,710 - 1\,157\,120\,610 = 2\,804\,181\,100.$$

$$З = С + E_n \cdot K = 30\,000\,000 + 0,12 \cdot 200\,000\,000 = 230\,000\,000 \text{ р./г.}$$

$$E = \frac{\mathcal{E} - З - С}{K} = \frac{2\,804\,181\,100 - 230\,000\,000 - 30\,000\,000}{600\,000\,000} = 4,2.$$

Вывод: при $E \geq E_n$ ($4,2 > 0,12$) делаем заключение об эффективности внедрения воздухозащитных мероприятий.

Задача (II тип). Рассчитать массу выбросов вредных веществ в воздух, поступающих от автотранспорта, и количество чистого воздуха, необходимое для разбавления выделившихся вредных веществ и обеспечения санитарно допустимых условий окружающей среды на участке автотрассы.

Методика решения задачи приведена в методическом пособии [2].

Результаты промежуточных расчетов следует оформлять в виде таблицы (табл. 1.7–1.11).

Таблица 1.5

Вариант данных для расчета	Протяженность участка l_i , м	Временной интервал, мин
1	500	15
2	700	30
3	1300	45
4	1500	90
5	1800	120
6	2000	240
7	2500	480
8	3000	1440

Пример решения задачи II типа

Рассчитаем количество выбросов вредных веществ в воздух, поступающее от автотранспорта на участке автотрассы, расположенного вблизи БГУИР (между 2-м и 4-м учебными корпусами), если протяженность участка составляет 1 км, а временной интервал – 20 мин.

1. *Определяем* количество единиц автотранспорта, проходящего по участку в течение 20 мин. Затем рассчитывают количество единиц автотранспорта за 1 ч, умножая на 3 полученный результат. Рассчитываем общий путь (L , км), пройденный количеством автомобилей каждого типа за 1 ч, по формуле

$$L = N_i \cdot l, \quad (12)$$

где N_i – количество автомобилей каждого типа; (i – обозначение типа автотранспорта ($i = 1$ для легковых автомобилей, $i = 2$ для грузовых автомобилей; $i = 3$ для автобусов; $i = 4$ для дизельных грузовых автомобилей);

l – длина участка, км (по условию равна 1 км).

Данные расчетов по каждому типу автотранспорта заносим в табл. 1.7.

Таблица 1.6

Тип автотранспорта	Всего за 20 мин, ед.	За час, N_i , ед.	Общий путь за 1 ч, L , км
1. Легковой автомобиль	263	789	789
2. Грузовой автомобиль	3	9	9
3. Автобус	2	6	6
4. Дизельный грузовой автомобиль	1	3	3

Рассчитываем количество топлива (Q_i , л), сжигаемого двигателями автомашин, по формуле

$$Q_i = L_i \cdot Y_i, \quad (13)$$

где L_i – общий путь каждого вида автотранспорта за 1 ч;

Y_i – удельный расход топлива;

$$Q_1 = 789 \cdot 0,12 = 94,68 \text{ л};$$

$$Q_2 = 9 \cdot 0,31 = 2,79 \text{ л};$$

$$Q_3 = 6 \cdot 0,42 = 2,52 \text{ л};$$

$$Q_4 = 3 \cdot 0,33 = 0,99 \text{ л}.$$

Полученный результат заносим в табл. 1.8.

Таблица 1.7

Количество сожженного топлива по видам транспортных средств

Тип автотранспорта	L_i , км	Q_i , л
1. Легковой автомобиль	789	94,68
2. Грузовой автомобиль	9	2,79
3. Автобус	6	2,52
4. Дизельный грузовой автомобиль	3	0,99
Всего ΣQ		100,98

Определяем общее количество сожженного топлива каждого вида (ΣQ) при условии использования вида топлива каждым типом автотранспорта в соотношении N_b / N_d (N – количество автомобилей с бензиновым (б) или дизельным (д) двигателем).

Результаты заносим в табл. 1.9.

Таблица 1.8

Количество сожженного бензина и дизельного топлива

Тип автотранспорта	Тип двигателя, N_b / N_d	Бензин, л	Дизтопливо, л
1. Легковой автомобиль	600/189	72,0	22,68
2. Грузовой автомобиль	9/0	2,79	–
3. Автобус	0/6	–	2,52
4. Дизельный грузовой автомобиль	0/3	–	0,99
Всего ΣQ_i		74,79	26,19

Рассчитываем количество каждого из выделившихся вредных веществ по каждому виду топлива. Результаты заносим в табл. 2.7.

Таблица 1.9

Количество каждого из выделившихся вредных веществ по каждому виду топлива

Вид топлива	ΣQ_i , л	Количество выделившихся вредных веществ, л		
		СО	Углеводороды (C_5H_{12})	NO ₂
Бензин	74,79	44,69	7,48	2,99
Диз. топливо	26,19	2,61	0,79	1,04
Всего (V)		47,3	8,27	4,03

Рассчитываем массу выделившихся вредных веществ (m , г) по формуле

$$m = \frac{V \cdot M}{22,4}, \quad (14)$$

где M – молярная масса вещества;

V – количество выделившихся вредных веществ, л.

$$M(\text{CO}) = 12 + 16 = 28;$$

$$M(\text{C}_5\text{H}_{12}) = 5 \cdot 12 + 1 \cdot 12 = 72;$$

$$M(\text{NO}_2) = 14 + 16 \cdot 2 = 46.$$

2. Рассчитываем количество чистого воздуха, необходимое для разбавления выделившихся вредных веществ и для обеспечения санитарно допустимых условий окружающей среды. Результаты заносим в табл. 1.11.

Таблица 1.10

Масса вредных веществ, выделившихся в атмосферу из-за работы автотранспорта

Вид вещества	Масса, г	Количество воздуха, м ³	ПДК мг/м ³
СО	59,13	11826	5,0
Углеводороды	26,6	266	100
NO ₂	8,3	97647	0,085

Задача (тип III). Рассчитать нормативы допустимых сбросов (ДС) и допустимых концентраций (ДК) загрязняющих веществ в сточных водах, сбрасываемых в водотоки рыбохозяйственного использования. Выпуск сточных вод береговой. Исходные данные приведены в табл. 1.12, 1.13. Фоновые концентрации принимаются в размере 70 % от ПДК.

При решении задачи используется методическое пособие [8].

Таблица 1.11

Исходные данные о загрязняющих веществах

Наименование показателей, мг / дм ³	Вариант данных для расчета							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Расход сточных вод, м ³ / с (q)							
	0,005	0,006	0,006	0,007	0,008	0,007	0,002	0,004
Концентрация загрязняющих веществ в сточных водах, мг / дм ³								
Взвешенные вещества	7,1	7,0	8,0	8,3	8,1	7,9	7,8	6,9
Сухой остаток	330	–	311	–	430	–	390	–
БПК ₅	4,7	4,3	4,9	4,35	4,63	4,1	3,9	4,0
ХПК	–	–	–	12,0	–	11,5	–	11,1
Азот аммонийный	0,26	–	0,31	–	0,32	–	0,29	–
Азот нитритный	0,06	–	–	0,07	–	–	–	–
Азот нитратный	–	7,8	–	–	–	8,1	–	8,0
Фосфаты	–	–	–	0,85	–	–	–	–
Фосфор общий	–	–	0,2	–	–	–	0,17	–
Хлориды	145	–	–	–	250	–	–	–
Сульфаты	–	91,0	–	–	–	87,0	–	65
Нефтепродукты	–	–	–	0,05	–	–	–	–
СПАВ	–	–	–	–	0,35	–	–	–
Железо	0,35	–	1	–	–	0,15	–	–
Медь	–	0,01	–	–	–	–	0,012	–
Цинк	–	–	–	–	0,012	–	–	0,011
Свинец	–	–	0,06	–	–	–	–	–
Хром	–	–	–	–	–	0,11	–	–

Исходные гидрологические данные

Вариант данных для расчета	Расход воды в русле реки, м ³ /с (Q)	Средняя глубина H _{ср} , м	V _{ср} , м/с	Коэффициент извилистости (φ)
1	1,05	0,85	0,45	1,06
2	1,10	1,15	0,42	1,07
3	1,12	0,96	0,30	1,10
4	1,3	1,20	0,41	1,12
5	1,45	1,10	0,52	1,05
6	1,35	1,25	0,37	1,08
7	0,95	0,97	0,41	1,07

Пример решения задачи III типа

Пусть даны следующие гидрологические характеристики реки:

Расход воды в реке 95 % обеспеченности, м³/с.....0,256;
 Средняя скорость течения реки, м/с.....0,25;
 Средняя глубина реки, м.....0,60;
 Расстояние до расчетного створа по фарватеру, м.....500;
 Вид выпуска сточных вод.....береговой;
 Расчетный расход очищенных сточных вод, м³/с.....0,0064.

Исходя из нормативов допустимых концентраций, нормы предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ ПДС (г/ч, т/год) определяются по формуле

$$\text{ПДС} = q \cdot \text{ДК}, \quad (15)$$

где q – расход сбрасываемых сточных вод, м³/ч;

ДК – расчетная допустимая концентрация загрязняющего вещества в сточных водах, мг/дм³ или мг/л, рассчитывается по формуле

$$\text{ДК} = a \frac{Q}{q} \cdot (\text{ПДК} - C_{\phi}) - \text{ПДК}, \quad (16)$$

где ПДК – предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воде водотока, мг/дм³ (используются табличные данные в указанном методическом пособии [8]);

C_{ϕ} – фоновая концентрация того же загрязняющего вещества в воде водотока выше створа выпуска сточных вод, мг/дм³ (см. по условию);

Q и q – расходы воды в водотоке и сбрасываемых сточных водах соответственно, м³/с;

a – коэффициент смешения сточных вод с водой водотока. Коэффициент a рассчитывается по формуле

$$a = \frac{1 - 2,72^{-7,94 \cdot \alpha}}{1 + (Q/q) \cdot 2,72^{-7,94 \cdot \alpha}}, \quad (17)$$

где α – коэффициент, учитывающий гидравлические факторы смешения сточных вод с водой водотока, который определяется по формуле:

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \sqrt[3]{\frac{E}{q}}, \quad (18)$$

где φ – коэффициент извилистости водотока, равный отношению расстояний между выпуском и контрольным створом по фарватеру и по прямой (принимается равным 1);

ξ – коэффициент, принимаемый в зависимости от типа выпуска ($\xi = 1$ при береговом и $\xi = 1,5$ при русловом выпуске);

E – коэффициент турбулентной диффузии, который определяется по формуле Потапова:

$$E = V_{\text{CP}} \cdot H_{\text{CP}} / 200, \quad (19)$$

где V_{CP} , м/с и H_{CP} , м – соответственно средняя скорость течения воды и средняя глубина водотока на участке между выпуском сточных вод и контрольным створом (даны по условию).

По формуле (19) определяем коэффициент турбулентной диффузии:

$$E = V_{\text{CP}} \cdot H_{\text{CP}} / 200 = 0,25 \cdot 0,6 / 200 = 0,00075.$$

По формуле (18) вычисляем коэффициент учета гидравлических факторов:

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \sqrt[3]{\frac{E}{q}} = 1,1 \cdot 1,0 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,00075}{0,0064}} = 0,53.$$

Далее по формуле (17) определяем коэффициент смешения:

$$a = \frac{1 - 2,72^{-7,94 \cdot \alpha}}{1 + \left(\frac{Q}{q}\right) \cdot 2,72^{-7,94 \cdot \alpha}} = \frac{1 - 2,72^{-7,94 \cdot 0,53}}{1 + (0,256/0,0064) \cdot 2,72^{-7,94 \cdot 0,53}} = \frac{0,985}{1,6} = 0,62.$$

По формуле (16) для примера рассчитываем допустимую концентрацию по ХПК (ПДК = 30 мг/л – справочная величина, C_{ϕ} – принимаем 70 % от ПДК):

$$ДК = 0,62 \cdot \frac{0,256}{0,0064} (30 - 21) + 30 = 390 \text{ мг/л} .$$

Допустимый сброс определяем по формуле (15):

$$ДС = (6,4 \text{ л/с} \cdot 390 \text{ мг/л} \cdot 3600) / 1000 = 8970 \text{ г/ч} , \text{ или } 78,6 \text{ т/г} .$$

Ответ: 78,6 т/год – ДС; 390 мг/л – ДК.

Задача (тип IV). Рассчитать степень разбавления сточных вод, необходимую для достижения ПДК при рыбохозяйственном пользовании (1-й вариант) и санитарно-бытовом пользовании (2-й вариант), используя следующие данные.

Концентрация сульфата меди (CuSO_4) в выпускаемых сточных водах.....	5 мг/л
ПДК (CuSO_4) для санитарно-бытовых целей.....	1 мг/л
ПДК для рыбохозяйственных целей.....	0,5 мг/л
Содержание сульфата меди в водоеме до выпуска.....	0,03 мг/л

При решении задачи используется методическое пособие [8].

Пример решения задачи IV типа

Для определения степени разбавления (n) сточных вод в водоеме используется формула

$$n = (C_0 - C_B) / (C - C_B), \quad (20)$$

где C_0 – концентрация загрязняющих веществ в выпускаемых сточных водах;
 C_B – концентрация загрязняющих веществ в водоеме до выпуска;
 C – концентрация загрязняющих веществ в водоеме (ПДК).

Для рыбохозяйственных целей:

$$n = (5 - 0,03) / (0,5 - 0,03) = 10,57;$$

Для санитарно-бытовых целей:

$$n = (5 - 0,03) / (1 - 0,03) = 5,12.$$

Ответ: степени разбавления (n) сточных вод: для рыбохозяйственных целей – 10,57; для санитарно-бытовых целей – 5,12.

Задача (тип V). Рассчитать максимально допустимый уровень (МДУ) пестицидов в растительных продуктах, используя данные по их собственному весу.

Таблица 1.13

Показатели коэффициента запаса и максимально недействующей дозы (МНД)

Вариант данных для расчета	Продукты	$K_{\text{запаса}}$	МНД, мг/кг/сут.
1	Косточковые фрукты	30	0,001
2	Зелень	35	0,01
3	Томаты	40	0,1
4	Морковь	45	1,0
5	Картофель	50	10
6	Капуста	55	20
7	Фасоль	60	30
8	Огурцы	65	40
9	Виноград	70	50
10	Яблоки	75	60
11	Зерновые	80	70
12	Масличные	85	80
13	Орехи	90	85
14	Цитрусовые	100	90

Таблица 1.14

Рекомендуемое среднесуточное количество продуктов растительного происхождения для взрослого населения

Продукты	Среднее кол-во, г (нетто)	Продукты	Среднее кол-во, г (нетто)
Хлеб пшеничный	120	Свекла	28
Хлеб ржаной	235	Лук репчатый	19
Мука пшеничная	25	Бахчевые	23
Крахмал картофельный	5	Перец сладкий	5
Макаронные изделия	22	Горошек зеленый	3
Крупы: рисовая	7	Зелень	20
Манная	1	Томат-паста	4
Пшеница	6	Виноград	17
Гречневая	10	Цитрусовые	5
Овсяная	4	Косточковые	9
Прочие	2	Ягоды	14
Бобовые	4	Яблоки, груши	151
Картофель	324	Прочие	28
Овощи (капуста)	68	Шиповник	9
Томаты	57	Сухофрукты	7
Огурцы	37	Сок фруктовый	200
Морковь	40	Масло растительное	24

При решении задачи используется методическое пособие [3].

Пример решения задачи V типа

Рассчитать МДУ для винограда (вариант 9 данных для расчета, табл. 1.14).
В общем случае МДУ (мг/кг) веществ рассчитывается по формуле

$$\text{МДУ} = (\text{ДСД} \cdot 0,8 \cdot V_{\text{ч}}) / \text{СПП}, \quad (21)$$

где ДСД – допустимая суточная доза.

0,8 – доля экзогенно-химических веществ, поступающих в организм человека с пищевым рационом;

$V_{\text{ч}}$ – масса взрослого человека (собственный вес – 100 кг);

СПП – рекомендуемое суммарное потребление пищевых продуктов растительного происхождения в сутки для взрослого человека.

Допустимая суточная доза рассчитывается по формуле

$$\text{ДСД} = \text{МНД} / K_{\text{запаса}}, \quad (22)$$

где МНД – максимально недействующая доза (мг/кг/сут.);

$K_{\text{запаса}}$ – коэффициент запаса.

СПП находим, суммируя количество всех продуктов из табл. 1.14:

$$\begin{aligned} \text{СПП} = & 120 + 235 + 25 + 5 + 22 + 7 + 1 + 6 + 10 + 4 + 2 + 4 + 324 + 68 + + 57 \\ & + 37 + 40 + 28 + 19 + 23 + 5 + 3 + 20 + 4 + 17 + 5 + 9 + 14 + 151 + \\ & + 28 + 9 + 7 + 200 + 24 = 1533 \text{ г} = 1,533 \text{ кг}. \end{aligned}$$

ДСД_{виногр} (для варианта 9 – виноград) находим по формуле (22):

$$\text{ДСД}_{\text{виногр}} = 50 / 70 = 0,714.$$

Подставляем все данные в формулу (21):

$$\text{МДУ}_{\text{виногр}} = (0,714 \cdot 0,8 \cdot 100) / 1533 = 0,037.$$

Ответ: МДУ_{виногр} = 0,037 мг/кг.

Задача (тип VI). Рассчитать: а) потери продуктивности леса; б) затраты на воспроизводство кислорода для сжигания 1 т органического топлива, используя данные табл. 1.16, 1.17 и рис. 1.1.

При решении задачи используется методическое пособие [5].

Таблица 1.15

Показатель	Вариант данных для расчета							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Кол-во выделенного кислорода, т/год	7,0	10,0	5,5	7,6	4,5	6,4	3,6	5,2
Затраты на лесопосадки, р/га, $\times 10^3$	350	400	100	150	200	300	175	375
Эффективность леса, р/га	Данные расчета из задачи 1							
Расход Q_2 при сжигании, т	1,55	1,53	1,47	1,50	1,51	1,56	1,52	1,58
Затраты на освоение, р, $\times 10^6$	2	1,5	1,7	2,2	2,5	2,57	2,6	2,22
Плата за кредит, р	23,5	31,5	29,7	28,1	35	20	25	30
Потери урожайности, р, $\times 10^5$	4,3	5,1	6,0	5,5	5,3	4,5	5,0	4,8
Затраты на воспроизводство с/х продукции, р	2,9	2,75	0,5	2,0	1,1	2,1	3,0	1,7
Коэффициент ценности древесины	2	1	1,5	2	1,5	1	2,5	2,5
Дополнительные затраты на воспроизводство кислорода, р, $\times 10^3$	30	31	32	33	34	35	36	37

Таблица 1.16

Эффективность лесных ресурсов

Показатель величины эффекта	Вариант данных для расчета							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Пылезащитная оценка леса, р/га, год, $\times 10^3$	10	11	10,5	9,5	9	9,8	10,1	10,9
Ежегодная стоимость продукции, р/га, год, $\times 10^3$	1 245	1 246	1 247	1 248	1 249	1 244	1 243	1 242
Производительность труда, р/га, год, $\times 10^3$	14	13	12	11	15	16	10	17
Объем прироста древесины, $\text{м}^3/\text{га}$, $\times 10^3$	4	5	6	7	8	3	9	4,5
Себестоимость древесины, р/ м^3	7	7	7	7	7	7	7	7
Год поражения территории (по рис. 2.1)	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2003	2004

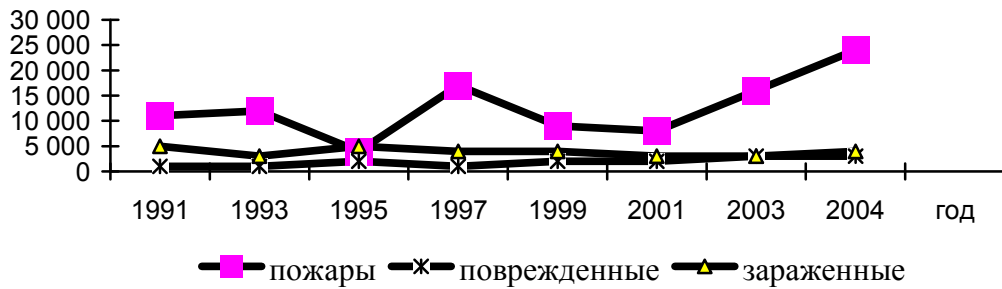


Рис. 1.1. Динамика площади поражения лесов, га

Пример решения задачи VI типа

1. Расчет потерь продуктивности леса ($P_{пр}$) производится исходя из ключевых параметров (данные для расчета взять из табл. 1.17 и из рис. 1.1 «Динамика площади поражения лесов» согласно своему варианту) по формуле:

$$P_{пр} = \mathcal{E}_л \cdot S, \quad (23)$$

где $\mathcal{E}_л$ – эффективность лесных ресурсов;

S – площадь лесных ресурсов, подвергшихся загрязнению.

Эффективность лесных ресурсов рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_л = \mathcal{E}_{пз} + C_{пр} + K_y + K_{пд}, \quad (24)$$

где $\mathcal{E}_{пз}$ – величина эффекта от пылезадерживающей способности леса;

$C_{пр}$ – величина стоимости ежегодно получаемой продукции леса;

K_y – коэффициент увеличения производительности труда от рекреационных ресурсов;

$K_{пд}$ – коэффициент прироста древесины.

$$K_{пд} = V \cdot C, \quad (25)$$

где V – объем прироста древесины;

C – себестоимость единицы объема древесины.

Подставим в формулы значения и проведем вычисления.

Показатель прироста древесины:

$$K_{пд} = 3000 \cdot 7 = 21000 \text{ р./га.}$$

Эффективность лесных ресурсов:

$$\mathcal{E}_л = 9,8 \cdot 10^3 + 1\,244 \cdot 10^3 + 16 \cdot 10^3 + 21 \cdot 10^3 = 1290,8 \cdot 10^3 \text{ р./га.}$$

Площадь лесных ресурсов, подвергшихся загрязнению (S):

$$S = 8000 + 2500 + 2500 = 13000 \text{ га.}$$

Потери продуктивности леса:

$$P_{\text{пр}} = 1290,8 \cdot 10^3 \cdot 13 \cdot 10^3 = 16780,4 \cdot 10^3 = 16,7804 \text{ млрд р.}$$

Ответ: а) потери продуктивности леса составляют 16,7804 млрд р.

2. В общем случае определение затрат на воспроизводство кислорода для сжигания 1 т органического топлива, (3), произведем по формуле:

$$Z = k / m [(C_1 + C_2) \cdot (1 + \alpha) + y \cdot \gamma - \mathcal{E}_л \cdot \mathcal{L}], \quad (26)$$

где k – расход кислорода для полного сгорания 1 т топлива;

m – количество кислорода, выделяемого 1 га леса в атмосферу;

C_1 – затраты на посадку 1 га леса;

C_2 – затраты на освоение 1 га новых земель;

α – плата за кредиты на выполнение мероприятий по лесопосадкам;

y – потери от снижения урожайности вновь освоенных земель взамен отпущенных под лесопосадки;

γ – коэффициент, учитывающий затраты для получения дополнительной продукции;

$\mathcal{E}_л$ – эффект, полученный от 1 га леса;

\mathcal{L} – относительный коэффициент ценности лесных угодий по сравнению с сельскохозяйственными;

$m = 1/2$ от общего количества кислорода, выделяемого зелеными насаждениями.

На основе данных для расчета определим затраты на воспроизводство кислорода для сжигания одной тонны органического топлива:

$$Z = 1,5/7,6 \cdot [(150 \cdot 10^3 + 2,2 \cdot 10^6) \cdot (1 + 28,1 \cdot 10^3) + 5,5 \cdot 10^5 \cdot 33 \cdot 10^3 - 1290,8 \cdot 10^3 \cdot 2] = 6,6 \cdot 10^{10} \text{ (р./га, год).}$$

$$\mathcal{E}_л = 1290,8 \cdot 10^3 \text{ р/га (рассчитана ранее).}$$

Ответ: б) затраты на воспроизводство кислорода для сжигания одной тонны органического топлива составляют $6,6 \cdot 10^{10}$ (р./га, год).

Задача (тип VII). Произведите экономическую оценку и анализ возможности получения дополнительной прибыли для энергосистемы.

Таблица 1.17

Вариант данных для расчета	Мощность электроэнергии, $W_э$, млн кВт·ч	Мощность теплоэнергии W_m , Гкал	Выбросы, тыс. т	Годовой норматив выбросов, тыс. т
1	4,81	3521	3,794	12,237
2	4,20	3763	3,927	
3	2,98	2441	3,807	4,518
4	2,80	2687	3,644	
5	7,43	2443	2,331	3,699
6	7,59	2538	2,166	
7	14,68	3301	14,294	20,661
8	14,91	3383	12,042	
9	18,90	4112	11,802	23,135
10	18,49	4257	15,088	
11	11,62	2139	6,502	8,233
12	12,40	2168	6,318	
13	3,85	3736	8,848	1,11
14	4,05	3919	14,250	

Приступая к решению задачи, следует изучить методическое пособие [5].

Себестоимость тепло- и электроэнергии прием равной

$$C_m = 32 \text{ р./Гкал};$$

$$C_э = 0,4 \text{ р./кВт·ч}.$$

Цена отпускаемой тепло- и электроэнергии составляет

$$Ц_m = 70 \text{ р./Гкал};$$

$$Ц_э = 1 \text{ р./кВт·ч}.$$

Пример решения задачи VII типа.

Пусть имеются следующие числовые данные для расчетов:

годовой норматив выбросов (W_m) – 12 тыс. т.; вредные выбросы предприятия в атмосферу – 3 тыс. т.; $W_m = 3500$ Гкал; $W_э = 5$ млн кВт·ч.

1. Рассчитываем превышение выбросов по отношению к годовому нормативу: $12/3 = 4$, т. е. выбросы предприятия в 4 раза меньше нормативных.

2. Зная, что вредные выбросы вдвое ниже плановых величин, предприятие помимо основной прибыли получает еще 30 % дополнительной прибыли [5, с.12], в нашем случае при составлении пропорции имеем, что предприятие получает 60 % дополнительных дотаций от основной прибыли. Теперь можно высчитать основную прибыль предприятия.

3. Рассчитаем прибыль от производства тепловой энергии по формуле

$$\text{Прибыль} = \text{Цена} - \text{Себестоимость}.$$

Зная, что себестоимость всей вырабатываемой тепловой энергии равна

$$C_{\text{общ}} = W_m \cdot C_m = 3\,500 \cdot 32 \text{ р} = 112\,000 \text{ р.},$$

а цена всей вырабатываемой тепловой энергии равна

$$Ц_{\text{т.общ.}} = W_m \cdot Ц_{\text{т}} = 3\,500 \cdot 70 \text{ р} = 245\,000 \text{ р.},$$

найдем прибыль от производства тепловой энергии:

$$П_{\text{т}} = Ц_{\text{т}} - C_{\text{общ}} = 245\,000 - 112\,000 = 133\,010 \text{ р.}$$

4. Аналогично рассчитаем прибыль от производства электрической энергии.

Себестоимость всей вырабатываемой электрической энергии равна

$$C_{\text{э.общ}} = W_{\text{т}} \cdot C_{\text{т}} = 5\,000\,000 \cdot 0,4 = 2\,000\,000 \text{ р.}$$

Цена всей вырабатываемой электрической энергии равна

$$Ц_{\text{э.общ}} = W_{\text{э}} \cdot Ц_{\text{э}} = 5\,000\,000 \cdot 1 \text{ р./кВт}\cdot\text{ч.} = 5\,000\,000 \text{ р.}$$

Прибыль от производства электрической энергии

$$П_{\text{э}} = Ц_{\text{э}} - C_{\text{э.общ}} = 5\,000\,000 - 2\,000\,000 = 3\,000\,000 \text{ р.}$$

Прибыль от реализации теплоэнергии и прибыль от реализации электроэнергии в совокупности – это основная прибыль предприятия:

$$П_{\text{осн}} = П_{\text{т}} + П_{\text{э}} = 133\,010 + 3\,000\,000 = 3\,133\,010 \text{ р.}$$

Рассчитываем возможность получения дополнительной прибыли (в нашем случае – 60 % от основной прибыли предприятия):

$$П_{\text{доп}} = 0,6 \cdot 3\,133\,010 = 1\,879\,806 \text{ р.}$$

Общая прибыль предприятия составляет:

$$П_{\text{общ}} = 3\,133\,010 + 1\,879\,806 = 5\,012\,816 \text{ р.}$$

Ответ: Общая прибыль предприятия составляет 5 012 816 р.

Задача (тип VIII). По данным загрязнения регионов Республики Беларусь (табл. 1.19) рассчитать:

а) экономический ущерб (У), наносимый земельным ресурсам в результате загрязнения промышленными и коммунально-бытовыми отходами в 2004 и в 2010 гг.;

б) процентное соотношение количества образовавшихся отходов в указанных областных центрах и в соответствующей им области (по всем вариантам).

Также определить три города с максимальными показателями образования отходов и объяснить причину возникновения таких показателей (по всем данным табл. 1.19).

При решении задачи используется методическое пособие [11].

Таблица 1.18

Количество образования отходов по регионам Беларуси в 2006 и 2010 гг.

Вариант данных для расчетов	Регион	Количество отходов, т/год		Относительная ценность земельных ресурсов
		2006 г.	2010 г. (прогноз)	
1	Минская обл. (без Минска)	26 860	23 788	1
2	Брестская обл.	384	122	2
3	Витебская обл.	405	203	1
4	Гомельская обл.	1 276	903	1
5	Гродненская обл.	689	396	2
6	Могилевская обл.	559	167	1
7	Минск	1 444	880	1
8	Гомель	542	491	2
9	Могилев	123	64	1
10	Брест	52	36	2
11	Солигорск	24 222	23 611	0,5
12	Новополоцк	67	47	0,5

Оценка экономического ущерба (Y) от загрязнения и отчуждения земельных ресурсов производится по следующей формуле:

$$Y = q \cdot y \cdot M, \quad (27)$$

где q – показатель, характеризующий относительную ценность земельных ресурсов;

y – удельный ущерб от выброса загрязнителя в почву (определяется Министерством финансов совместно с другими министерствами и ведомствами). В данном пособии удельный ущерб от выброса загрязнителя в почву принимается равным 180 р. на 1 т отходов.

$m_{\text{год}}$ – масса годового выброса загрязняющих отходов в почву, т/год.

Пример решения задачи VIII типа

В общем виде ущерб от загрязнения и отчуждения земельных ресурсов производится по формуле (27). Например, для Гродненской области ущерб за 2006 г. составит:

$$Y_{\text{Гр.обл}} = 2 \cdot 180 \cdot 689 = 248\ 040\ 000 \text{ р.},$$

а для Минской области ущерб за 2010 г будет равен:

$$Y_{\text{М.обл}} = 1 \cdot 180 \cdot 2\ 378 = 42\ 804\ 000 \text{ р.}$$

Процентное соотношение количества образовавшихся отходов в Минске от Минской области составит:

в 2006 г.:	42 %,
в 2010 г.:	37 %.

Задача (тип IX). Напряжение источника электроэнергии – U_1 , В. Расстояние от источника до потребителя – l , км. Напряжение в конце линии электропередачи – U_2 , В. Определить сечение проводов для передачи мощности P_2 , кВт, и проверить сечение на нагрев. Исходные данные для расчетов приведены в табл. 1.20.

При решении задачи используется методическое пособие [9].

Исходные характеристики проводов

Вариант данных для расчета	Вид провода	Параметры			
		U_1 , В	U_2 , В	l , км	P_2 , кВт
1	Медь	125	120	1,0	1,0
2	Медь	225	212	2,0	0,8
3	Алюминий	220	215	3,0	3,0
4	Медь	127	122	2,5	2,0
5	Алюминий	120	115	2,0	1,5
6	Медь	230	225	1,5	1,5
7	Алюминий	220	218	2,0	1,2
8	Медь	125	120	1,5	3,0
9	Алюминий	127	125	1,0	3,5
10	Медь	220	215	1,5	2,5
11	Алюминий	127	125	0,8	4,0
12	Медь	127	125	1,0	3,2

Пример решения задачи IX типа

Пусть напряжение источника электроэнергии $U_1 = 220$ В; расстояние от источника до потребителя – 1,5 км; напряжение в конце линии электропередачи $U_2 = 215$ В, мощность $P_2 = 1,5$ кВт.

1. Определяем допустимую потерю напряжения:

$$\Delta U = U_1 - U_2 = 220 - 215 = 5 \text{ В.} \quad (28)$$

2. Выражаем потерю напряжения для потребителя в процентах:

$$e = \frac{\Delta U}{U_2} \cdot 100 \% = \frac{5}{215} \cdot 100 \% = 2,33 \% \quad (29)$$

3. Зная, что удельное сопротивление медного провода $\rho = 0,0175$ Ом · мм²/м (табл. 1, прил. 1 метод. пособия [8]), определяем его сечение по формуле

$$S = \frac{P_2 \cdot l \cdot \rho \cdot 100}{e \cdot U_2^2} = \frac{1500 \cdot 1500 \cdot 0,0175 \cdot 100}{2,33 \cdot 46225} = 36,5 \text{ мм}^2. \quad (30)$$

Определяем ближайшее к найденному стандартное сечение $S = 50$ мм², (табл. 2, прил. 1. метод. пособия [9]).

4. Проверяем выбранное стандартное сечение на нагрев. Изолированный медный провод сечением 50 мм^2 допускает ток 190 А .

Определяем ток в линии:

$$I = \frac{P_2}{U_2} = \frac{1500}{215} = 6,97 \text{ А}, \quad (31)$$

при этом $6,97 \text{ А} \ll 190 \text{ А}$.

Ответ: Ток в линии значительно меньше допустимого.

Задача (тип X). В производственном помещении была установлена пускорегулирующая аппаратура для сокращения расхода электроэнергии в осветительных установках. Рассчитать потенциал годовой экономии электроэнергии в осветительных установках ΔQ действующего помещения в результате данного мероприятия. Фактическое значение освещенности, согласно СНиП 23-05-95, составляет E_{ϕ_i} , нормируемое значение освещенности по данным инструментального энергетического обследования составило $E_{н_i}$. Исходные данные для расчета приведены в табл. 1.21.

При решении задачи используется методическое пособие [10].

Таблица 1.20

Исходные данные к задаче X типа

Вариант данных для расчета	Фактическое значение освещенности E_{ϕ_i} , лк	Нормируемое значение освещенности $E_{н_i}$, лк	Потенциал экономии электроэнергии ΔQ , кВт·ч/год
1	320	300	250
2	315	305	260
3	310	290	270
4	305	295	280
5	300	280	290
6	295	285	300
7	290	270	310
8	285	275	320
9	280	260	330
10	275	265	340
11	270	250	350
12	265	255	360

Пример решения задачи X типа

Пусть имеются следующие данные для расчетов: нормируемое значение освещенности, согласно СНиП 23-05–95, – $E_{н_i} = 300$ лк, фактическое значение освещенности по данным инструментального энергетического обследования – $E_{ф_i} = 320$ лк. В результате установки пускорегулирующей аппаратуры потенциал экономии электроэнергии ΔQ_{k_i} составил 200 кВт·ч/год.

Рассчитаем коэффициент приведения для учета отклонения фактической освещенности от нормативных значений по формуле

$$k_{ni} = \frac{E_{ф_i}}{E_{н_i}} = 300 / 320 = 1,0667. \quad (32)$$

Для расчета потенциала годовой экономии электроэнергии воспользуемся формулой

$$\Delta Q_r = \sum_{i=1}^k k_{ni} \sum_{i=1}^k \Delta Q^{k_i}. \quad (33)$$

В результате установки пускорегулирующей аппаратуры потенциал экономии электроэнергии составил 200 кВт·ч/г., следовательно, потенциал годовой экономии электроэнергии в осветительной установке составит

$$\Delta Q_r = 1,0667 \cdot 200 \text{ кВт·ч/г.} = 213,3 \text{ кВт·ч/г.}$$

Ответ: $\Delta Q_r = 213,3$ кВт·ч/г.

Задача (тип XI). Рассчитать, до какой температуры нагреют отходящие топочные газы воду различных объемов.

Таблица 1.21

Исходные данные к задаче XI типа

Вариант данных для расчета	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Объем воды, л	50	75	95	100	120	125	130	150	160	170	180	190	195	200

Пример решения задачи XI типа

Пусть объем нагреваемой воды равен 160 л. Рассчитаем, до какой температуры нагреют его отходящие топочные газы, используя следующую формулу:

$$Q_{\text{исп}}^w + Q_{\text{пот}}^{\text{возд}} = G_{H_2O} \cdot C_{H_2O} \cdot (t_{\text{кон}} - t_{\text{н}}) = V_{H_2O} \cdot C_{H_2O} \cdot (t_{\text{кон}} - t_{\text{н}}), \quad (34)$$

где G_{H_2O} – масса воды (равна объему воды V_{H_2O} , л);

C_{H_2O} – теплоемкость воды = 4,19 кДж/кг;

$t_{\text{н}}, t_{\text{кон}}$ – начальная и конечная температура воды, $t_{\text{н}} = 20^\circ\text{C}$;

ρ – плотность воды, $\rho = 1$ кг/л;

$Q_{\text{исп}}^w$ – количество тепла, необходимое для испарения влаги из топлива;

$Q_{\text{пот}}^{\text{возд}}$ – потери тепла при оптимальном поступлении воздуха.

В качестве твердого бытового топлива будем использовать дрова массой $G_{\text{дров}} = 15$ кг, теплотворность которых $Q_{\text{дров}} = 4500$ ккал/кг, влажность топлива в помещении при температуре $t_{\text{окр.ср}} = 20^\circ\text{C}$ составляет $W_{\text{дров}} = 7\%$, теплота испарения $J_{H_2O}^{\text{исп}} = 2\,258$ кДж/кг. Избыток воздуха = 10 % от теоретического.

Общее количество тепла при сгорании топлива:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{дров}} \cdot G_{\text{дров}} = 4\,500 \cdot 15 = 67\,500 \text{ ккал.} \quad (35)$$

Рассчитаем количество влаги в топливе:

$$W_{\text{вл}} = G_{\text{дров}} \cdot W_{\text{дров}} = 15 \cdot 0,07 = 1,05. \quad (36)$$

Количество тепла, необходимое для испарения влаги из топлива:

$$Q_{\text{исп}}^w = W_{\text{вл}} \cdot C_{H_2O} \cdot (t_{\text{кип}} - t_{\text{окр.ср}}) + W_{\text{вл}}^{\text{исп}} \cdot J_{H_2O}^{\text{исп}} = 1,05 \cdot 4,19 \cdot (100 - 20) + 1,05 \cdot 2\,258 = 2\,723, \text{ или } 650 \text{ ккал.} \quad (37)$$

Потери тепла при оптимальном поступлении воздуха:

$$Q_{\text{пот}}^{\text{возд}} = \frac{Q_{\text{общ}} \cdot 10}{100} = \frac{67\,500 \cdot 10}{100} = 6\,750 \text{ ккал.} \quad (38)$$

Тогда из уравнения выведем температуру, до которой нагреется заданный объем воды отходящими газами:

$$Q_{\text{исп}}^w + Q_{\text{пот}}^{\text{возд}} = V_{H_2O} \cdot C_{H_2O} \cdot t_{\text{кон}} - V_{H_2O} \cdot C_{H_2O} \cdot t_{\text{н}}; \quad (39)$$

$$Q_{\text{исп}}^w + Q_{\text{пот}}^{\text{возд}} - V_{H_2O} \cdot C_{H_2O} \cdot t_{\text{н}} = V_{H_2O} \cdot C_{H_2O} \cdot t_{\text{кон}}; \quad (40)$$

$$t_{\text{кон}} = \frac{Q_{\text{исп}}^w + Q_{\text{пот}}^{\text{возд}} + V_{H_2O} \cdot C_{H_2O} \cdot t_{\text{н}}}{V_{H_2O} \cdot C_{H_2O}} = \frac{650 + 6750 + 160 \cdot 4,19 \cdot 20}{160 \cdot 4,19} = 945^{\circ}\text{C}. \quad (41)$$

Ответ: до температуры 945 °С.

Библиотека БГУИР

Литература

Основная

1. Асаенок, И. С. Основы экологии и экономика природопользования : метод. пособие для практич. занятий / И. С. Асаенок, Т. Ф. Михнюк. – Минск : БГУИР, 2005.
2. Запыленность и загрязнение атмосферы в результате работы автотранспорта : метод. пособие для практич. занятий / И. И. Кирвель [и др.]. – Минск : БГУИР, 2009.
3. Кирвель, И. И. Земельные ресурсы: их оценка, состояние и загрязнение : метод. пособие для практич. занятий / И. И. Кирвель, В. И. Петровская, Н. В. Цявловская. – Минск : БГУИР, 2007.
4. Кирвель, И. И. Лесные ресурсы. Оценка, состояние, экологические проблемы лесов и пути их решения : метод. пособие для практич. занятий / И. И. Кирвель, Н. В. Цявловская. – Минск : БГУИР, 2007.
5. Кирвель, И. И. Экологические проблемы использования энергоресурсов : метод. пособие для практич. занятий / И. И. Кирвель, В. И. Петровская, Н. В. Цявловская. – Минск : БГУИР, 2007.
6. Кирвель, И. И. Энергосбережение в процессах теплообмена : метод. пособие для практич. занятий / И. И. Кирвель, М. М. Бражников, Е. Н. Зацепин. – Минск : БГУИР.
7. Методика расчета ущерба при несанкционированном размещении отходов : метод. пособие для практич. занятий / И. И. Кирвель [и др.]. – Минск : БГУИР, 2008.
8. Оценка загрязненности водных ресурсов : метод. пособие для практич. занятий / М. М. Бражников, И. И. Кирвель, А. С. Калинович. – Минск : БГУИР, 2009.
9. Оценка способов передачи электроэнергии : метод. пособие для практич. занятий / А. И. Навоша [и др.]. – Минск : БГУИР, 2007.
10. Энергосбережение в системах освещения : метод. пособие для практич. занятий / А. М. Прудник [и др.]. – Минск : БГУИР, 2008.
11. Утилизация промышленных и бытовых отходов : метод. пособие / И. И. Кирвель [и др.]. – Минск : БГУИР, 2008.

Дополнительная

12. Агаханянц, О. Е. Биogeография с основами экологии / О. Е. Агаханянц, И. И. Кирвель. – Минск : Технопринт, 2005.
13. Белый, О. А. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Республики Беларусь / О. А. Белый, А. А. Савастенко. – Минск : «Экология», 2005.
14. Богдевич, И. М. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных угодий Республики Беларусь / И. М. Богдевич. – Минск : Минсктип-проект, 2002.
15. Володин, В. И. Энергосбережение : учеб. пособие / В. И. Володин. – Минск : БГТУ, 2001.
16. Головатый, С. Е. Тяжелые металлы в агросистемах / С. Е. Головатый. – Минск : Минсктиппроект, 2002.
17. Ершов, Ю. А. Механизмы токсического действия неорганических соединений / Ю. А. Ершов, Т. В. Плетнева. – М. : Медицина, 1980.
18. Касьяненко, И. И. Актуальные научно-технические разработки белорусских ученых по проблемам природопользования и охраны окружающей среды / И. И. Касьяненко, И. С. Бракович, Г. А. Жалейко. – Минск : БЕЛНИЦ ЭКОЛОГИЯ, 2002.
19. Ланасюк, Е. Н. Химические загрязнители воздушной среды и работоспособность человека / Е. Н. Ланасюк. – Киев : Здоровье, 1985. – с.80.
20. Лобанов, Е. А. Проблемы обращения со стойкими органическими загрязнителями / Е. А. Лобанов, М. В. Коровай. – Минск : УП ОРЕХ, 2005.
21. Матесович, А. А. Природная среда в Республике Беларусь: состояние и проблемы / А. А. Матесович, А. А. Савастенко. – Минск : БЕЛНИЦ ЭКОЛОГИЯ, 1992.
22. Михнюк, Т. Ф. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие для студ. инж.-техн. спец. вузов / Т. Ф. Михнюк. – Минск : Дизайн ПРО, 2004.
23. Рекомендации ВОЗ по качеству воздуха. – Будапешт : Центр СМИ, 2004.
24. Соколов, С. М. Здоровье и окружающая среда : сб. науч. труд. / С. М. Соколов, В. Г. Цыганкова. – Минск : Технопринт, 2001.
25. Цявловская, Н. В. Современные проблемы охраны окружающей среды / Н. В. Цявловская. – Минск : Импульс. – 2008. – №9 – с. 5.
26. Шимова, О. С. Основы экологии и экономика природопользования / О. С. Шимова, Н. К. Соколовский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : БГЭУ, 2002.

Учебное издание

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Методическое пособие
для подготовки к практическим занятиям
и контрольной работе по дисциплине
«Основы экологии и энергосбережения»
для студентов всех специальностей БГУИР
заочной формы обучения

Составители:

Кирвель Иван Иосифович
Цявловская Наталья Владимировна
Бобровничая Марина Анатольевна
Камлач Вероника Ивановна

Редактор Г. С. Корбут
Корректор А. В. Тюхай
Компьютерная верстка А. В. Тюхай

Подписано в печать 7.12.2010.	Формат 60x84 1/16.	Бумага офсетная.
Гарнитура «Таймс».	Отпечатано на ризографе.	Усл. печ. л. 2,44.
Уч.-изд. л. 2,3.	Тираж 200 экз.	Заказ 105.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП №02330/0494175 от 30.04.2009.
220013, Минск, П. Бровки, 6