

ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

*Практикум для студентов
специальности 1-33 01 01
«Биоэкология»*

2010

УДК 502(075)
ББК 65.28я73
Э40

Авторы-составители: доцент кафедры экологии и охраны природы УО «ВГУ им. П.М. Машерова», кандидат технических наук **В.Е. Савенок**; преподаватель кафедры экологии и охраны природы УО «ВГУ им. П.М. Машерова» **А.Б. Торбенко**

Рецензенты:

доцент кафедры анатомии и физиологии УО «ВГУ им. П.М. Машерова», кандидат биологических наук *М.В. Шилина*; доцент кафедры охраны труда и промэкологии УО «ВГУ», кандидат технических наук *Е.Т. Тимонова*

Научный редактор:

заведующий кафедрой экологии и охраны природы УО «ВГУ им. П.М. Машерова», кандидат биологических наук, доцент *А.М. Дорофеев*

Практикум разработан для студентов специальности 1-33 01 01 «Биоэкология». Предусматривает получение практических навыков по оценке воздействия объектов хозяйствования на окружающую среду и использованию методов позитивной и негативной мотивации экономического стимулирования рационального природопользования.

Компьютерные обучающие программы, представленные в данном учебном издании, позволяют проводить часть практических занятий в инновационной форме.

УДК 502(075)
ББК 65.28я73

© УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Практические работы	5
Практическая работа № 1. Определение категории опасности предприятия	5
Практическая работа № 2. Расчет экологического налога	12
Практическая работа № 3. Расчет экономического ущерба от загрязнения и нарушения земель	22
Практическая работа № 4. Подсчет ущерба при сбросе нефтепродуктов в водный объект	32
Практическая работа № 5. Расчет штрафа за сверхнормативное загрязнение атмосферного воздуха	41
Практическая работа № 6. Распределение ресурсов	45
Практическая работа № 7. Оптимизация задач «согласия»	53
Практическая работа № 8. Экономическая оценка природных ресурсов	62
2. Компьютерные обучающие программы	67
Практическая работа № 9. Обучающая имитационная программа «Экспертиза малой реки»	68
Практическая работа № 10. Обучающая имитационная программа «Озеро»	77
Практическая работа № 11. Обучающая имитационная программа «Рыболовство»	80
Практическая работа № 12. Обучающая имитационная программа «Малая река»	83
Список литературы	90

ВВЕДЕНИЕ

Учебная дисциплина «Экономика природопользования» наряду с рассмотрением научно обоснованной системы сведений об экономических аспектах рационального природопользования, изучает принципы рационального использования природных ресурсов, взаимодействия компонентов окружающей среды и объектов промышленной деятельности человека.

В настоящее время в Республике Беларусь происходит становление и развитие хозяйственного механизма природопользования на основе преимущественно экономических методов управления в сочетании с правовыми и воспитательными методами. Этот процесс связан с переходом к рыночной экономике и совершенствованием организационной структуры управления. В условиях перехода к рыночной экономике предусматривается формирование экономического механизма управления природопользованием и охраной окружающей среды на основе жестких экологических ограничений по территориям и экосистемам, создание и совершенствование системы платежей за природопользование, учет экологических факторов при налогообложении, реализации мероприятий по охране, воспроизводству и сбережению природных ресурсов.

Данное учебное издание разработано в форме практикума, предназначенного для использования на практических занятиях по курсу «Экономика природопользования» студентами специальности 1-33 01 01 «Биоэкология» дневной и заочной формы обучения. Целью занятий является изучение различных форм оценки воздействия объектов хозяйствования на окружающую среду и различных методов экономической оценки природных ресурсов, ознакомление с позитивными и негативными методами мотивации экономического стимулирования рационального природопользования, а также получение практических навыков в этой сфере.

Практикумом предусматривается выбор практических работ для выполнения в соответствии с учебной программой.

Компьютерные учебные программы, включенные в данное издание, позволяют проводить часть практических занятий в инновационной форме.

1. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Практическая работа № 1 Определение категории опасности предприятия

Цель работы: изучить методику определения категории опасности предприятия по параметрам Π и Φ .

1. Общие сведения

Характеристика категории опасности предприятия проводится по методике ОНД 1-84 [1]. Данным нормативным документом устанавливается 4 категории опасности предприятия (КОП). КОП зависит от валового выброса и предельно допустимых концентраций (ПДК), выбрасываемых в атмосферу веществ. С учетом КОП на предприятии должны быть обеспечены мероприятия по защите атмосферного воздуха от загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятием.

Согласно методике, при определении КОП определяются параметры Π и Φ . Степень воздействия предприятия на загрязнение атмосферного воздуха характеризуется значением параметра Π . Если для получения разрешения на выброс загрязняющих веществ в атмосферу необходимо учесть источники загрязнения, для которых нет обоснованных данных для расчета параметра Π , то степень воздействия предприятия на загрязнение атмосферного воздуха характеризуется значением параметра Φ .

2. Методика расчета

Для определения параметра Π для каждого i -го вещества каждого j -го источника рассчитывают значения требуемого потребления воздуха ($TПВ_{ji}$) и параметра R по следующим формулам:

$$TПВ_{ji} = 10^3 \frac{M_{ji}}{ПДК_i}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (1.1)$$

$$R_{ji} = \frac{D_j}{H_j + D_j} \frac{q_{ji}}{ПДК_i}, \quad (1.2)$$

где M_{ji} – количество i -го вещества, выбрасываемого j -м источником, г/с; $ПДК_i$ – разовая предельно допустимая концентрация вещества для населенных мест; D_j – диаметр устья источника. Если устье источника не круглое, то за D_j принимается его наибольший размер; H_j – высота источника над уровнем земли, м; q_{ji} – концентрация вещества в устье источника, мг/м³.

Если известен объемный расход выброса Q , то концентрация вещества в устье источника определяется:

$$q_{ji} = 10^3 M_{ji} / Q, \text{ мг/м}^3, \quad (1.3)$$

где Q – объемный расход выброса, м³/с.

При $D_j > 0,5H_j$ для $\frac{D_j}{H_j + D_j}$ принимается значение, равное 1.

Значение параметра Π_{ji} для каждого i -го вещества j -го источника определяется по формуле:

$$\Pi_{ji} = \text{ТПВ}_{ji} \cdot R_{ji}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (1.4)$$

Значение параметра Π_i i -го вещества есть сумма значений Π_{ji} данного i -го вещества всех источников:

$$\Pi_i = \sum_{j=1}^m \Pi_{ji}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (1.5)$$

где m – количество источников на предприятии, выбрасывающих одноименные вещества.

Для групп веществ, обладающих суммацией вредного воздействия, рассчитывается параметр Π_e по формуле:

$$\Pi_e = \sum_{i=1}^{n_1} \Pi_i, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (1.6)$$

где n_1 – количество веществ, входящих в группу суммации.

Из суммы значений Π_i и суммы значений Π_e выбирается максимальное значение, которое и принимается за параметр Π для данного предприятия.

Параметр Φ_i для каждого выбрасываемого вещества рассчитывается по формуле

$$\Phi_i = \frac{10^3}{H_{i\text{ср}}} \sum_{j=1}^{n_1} \frac{M_{ij}}{\text{ПДК}_i}, \text{ м}^2/\text{с}, \quad (1.7)$$

$H_{i\text{ср}}$ – средняя высота выброса.

Для групп веществ, обладающих суммацией вредного воздействия, параметр Φ_e , рассчитывается по формуле

$$\Phi_e = \sum_{i=1}^{n_1} \Phi_i, \text{ м}^2/\text{с}. \quad (1.8)$$

Из всех Φ_i (суммируются параметры Φ i -го вещества от всех источников) и суммы значений Φ_e выбирается максимальное значение, которое и принимается за параметр Φ для данного предприятия.

Значение ПДК загрязняющих веществ для подстановки в формулы (1.2) и (1.7) берется из табл. 1.1.

Таблица 1.1

ПДК загрязняющих веществ

	Вещество	ПДК, мг/м ³
1	Амилены	1,5
2	Бензол	0,1
3	Ксилол	0,2
4	Толуол	0,6
5	Этилбензол	0,02
6	Сероводород	0,008
7	Диоксид азота	0,25
8	Оксид азота	0,4
9	Оксид серы	0,5
10	Оксид углерода	5
11	Сажа	0,15
12	Углев-ды пр. C ₁ -C ₁₀	ОБУВ: 25
13	Углев-ды пр. C ₁₂ -C ₁₉	1

В зависимости от полученного значения Π или Φ по табл. 1.2 определяется категория опасности предприятия.

Таблица 1.2

Категория опасности предприятия в зависимости от параметра Π и Φ

Параметр	Категория опасности предприятия (КОП)			
	1	2	3	4
Π , м ³ /с	более 10 ⁸	10 ⁸ ÷ 10 ⁶	10 ⁶ ÷ 5·10 ⁴	менее 5·10 ⁴
Φ , м ² /с	более 5·10 ³	5·10 ³ ÷ 3·10 ²	3·10 ² ÷ 80	менее 80

3. Вид записи результатов

Для вариантов, у которых есть все исходные данные для расчета Π , результаты расчетов записываются в форме таблицы (табл. 1.3). Если источников было несколько, то дополнительно суммарное значение Π_i для различных веществ записывается в форме табл. 1.4.

Таблица 1.3

Значение Π_i для различных источников

Наименование веществ	$M, \text{г/с}$	$\text{ПДК}, \text{мг/м}^3$	$\text{ТПВ}_i, \text{м}^3/\text{с}$	$q_i, \text{мг/м}^3$	R_i	$\Pi_{ji}, \text{м}^3/\text{с}$
j - Источник						
Углеводы пр. $\text{C}_1\text{-C}_{10}$	0,00079	25	0,034	0,61912	0,00165	0,00821
Диоксид азота	0,02221	0,25	88,84	17,40596	4,64158	412,35870
Оксид азота	0,04761	0,4	119,025	37,31191	6,21865	740,17506
Сажа	0,00924	0,15	61,6	7,24137	3,21839	198,25287

Таблица 1.4

Суммарное значение Π_i для различных веществ

Вещество	Кол-во источников	$\Pi_i = \sum \Pi_{ji}, \text{м}^3/\text{с}$
Углеводы пр. $\text{C}_1\text{-C}_{10}$	1	0,0082
Диоксид азота	3	3956,2710
Оксид азота	2	1256,4243
Сажа	2	533,5922
Оксид серы	1	822,4001
Оксид углерода	1	7,6134

Для вариантов, в которых рассчитывался параметр Φ , результаты расчетов записываются в форме табл. 1.5. Для нескольких источников – дополнительно аналогично табл. 1.4.

Таблица 1.5

Значение Φ_i для различных источников

Наименование веществ	$M, \text{г/с}$	$\text{ПДК}, \text{мг/м}^3$	$\Phi_i, \text{м}^3/\text{с}$
j - Источник			
Сероводород	0,003896	0,008	54,111
Бензол	0,0227265	0,1	25,251
Ксилол	0,0071426	0,2	3,968
Толулол	0,0142852	0,6	2,645

4. Порядок оформления практической работы

- 4.1. Название работы.
- 4.2. Цель работы.
- 4.3. Условие задания.
- 4.4. Порядок расчета.
- 4.5. Определение категории опасности предприятия по результатам расчета.
- 4.6. Вывод.

5. Контрольные вопросы к практической работе

- 5.1. Для чего устанавливается категория опасности предприятия?
- 5.2. Что такое ПДК, ТПВ, М?
- 5.3. Что учитывают и от чего зависят параметры П и Ф?
- 5.4. Что такое эффект суммации?
- 5.5. Что такое ПДК_{сс} и ПДК_{мр}?

Примечание: В зависимости от уровня подготовки обучаемых в работе предусмотрена вариативность заданий по степени сложности.

6. Варианты заданий к практической работе (табл. 1.6)

Определить категорию опасности предприятия (КОП), которое имеет N источников выброса в атмосферу вредных веществ (см. табл. 1.6). Сделать вывод.

Исходными данными для расчета являются соответствующие Вашему варианту источники выброса вредных веществ и их параметры.

Варианты: **1** (источники № 1, 2, 3), **2** (источники № 2, 3, 4), **3** (№ 3, 4, 5), **4** (№ 4, 5, 6), **5** (№ 6, 7, 8), **6** (источники № 7, 8, 9), **7** (источники № 8, 9, 10), **8** (№ 9, 10, 11), **9** (№ 10, 11, 12), **10** (№ 11, 12, 13), **11** (№ 12, 13, 14), **12** (№ 13, 14, 15), **13** (№ 15, 16, 17), **14** (№ 16, 17, 18), **15** (№ 17, 18, 19), **16** (№ 18, 19, 20), **17** (№ 19, 20, 21), **18** (№ 16, 20, 21).

Таблица 1.6

Параметры источника выброса

Технологическое оборудование, агрегаты, установки	Номер источника	Высота источника выброса, м	Диаметр, м	Параметры газовой смеси на выходе из источника выброса				
				скорость, м/с	объемный расход, Q м ³ /с	температура, °С	Наименование веществ	Выбросы, М, г/с
Наименование (количество, шт.)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Неплотности ж/д цистерн	1	3	12	-	0,015	20	углев-ды пр. C ₁ -C ₁₀	0,0305
							амилены	0,0001
							бензол	0,0001
							ксилол	0,0002
							толулол	0,0001
							сероводород	0,0030
Неплотности резервуара газового конденсата	2	9	15,2	-	0,015	-	сероводород	0,0039
							углев-ды пр. C ₁ -C ₁₀	4,7051
							бензол	0,0228
							ксилол	0,0072
							толулол	0,0143

Продолжение табл. 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Неплотности резервуара газового конденсата	3	9	15,2	-	-	20	углев-ды пр. C ₁ -C ₁₀	0,0050
							сероводород	6,1000
							бензол	0,0227
							ксилол	0,0071
							толулол	0,0143
Резервуар для бензиновых фракций	4	9	15,2	-	-	-	сероводород	4,4000
							бензол	0,0050
							ксилол	0,0020
							толулол	0,0035
Резервуар бензина А 76	5	9	15,2	-	-	-	углев-ды пр. C ₁ -C ₁₀	0,2030
							амилены	0,0054
							бензол	0,0043
							ксилол	0,0003
							этилбензол	0,0032
Резервуар бензина Аи 92	6	9	15,2	-	-	-	углев-ды пр. C ₁ -C ₁₀	0,1580
							амилены	0,0040
							бензол	0,0030
							ксилол	0,0005
							толулол	0,0030
							этилбензол	0,0001
Резервуар дизельного топлива	7	9	15,2	-	-	-	углев-ды пр. C ₁ -C ₁₀	0,0900
							толулол	0,0050
							этилбензол	0,0030
Резервуар печного топлива	8	9	10,4	-	-	-	углев-ды пр. C ₁₂ -C ₁₉	0,0017
							бензол	0,0004
							ксилол	0,0004
							толулол	0,0025
Дренажная емкость	9	3	-	-	-	-	углев-ды пр. C ₁ -C ₁₀	0,0036
							бензол	0,0022
							ксилол	0,0022
							толулол	0,0001
Блок насосной	10	3,5	-	-	-	-	углев-ды пр. C ₁ -C ₁₀	0,0031
							углев-ды пр. C ₁₂ -C ₁₉	0,0008
							амилены	0,0022
							бензол	0,0001
							ксилол	0,0002
Котельная 1	11	20	0,4	-	-	0,816	диоксид азота	0,0033
							оксид азота	0,0444
							сажа	0,0566
							амилены	0,0187
							бензол	0,0187
							ксилол	0,0090

1	2	3	4	5	6	11	12	
Печь 1	12	7	0,5		1,276		углев-ды пр. C ₁ -C ₁₀	0,0016
							диоксид азота	0,0225
							оксид азота	0,1000
							сажа	0,0100
дыхание емкости бензин. Фракция	13	1,2	4,5		0,018		углев-ды пр. C ₁ -C ₁₀	0,0420
							бензол	0,0001
							ксилол	0,0001
							толулол	0,0004
дыхание емкости бензиновой фракции	14	1,2	4,5				углев-ды пр. C ₁ -C ₁₀	0,0426
							бензол	0,0001
							ксилол	0,0001
							толулол	0,0004
дыхание емкости дизтопливо	15	1,2	4,5				углев-ды пр. C ₁ -C ₁₀	0,0103
							ксилол	0,0003
							толулол	0,0004
дыхание дренажной емкости	16	2,5	3				углев-ды пр. C ₁ -C ₁₀	0,0015
							бензол	0,0012
							ксилол	0,0001
							толулол	0,0001
дыхание емкости бензиновой фракции	17	2,5	7,6				углев-ды пр. C ₁ -C ₁₀	0,0422
							амилены	0,0011
							бензол	0,0011
							ксилол	0,0001
							толулол	0,0008
							этилбензол	0,0001
дыхание емкости ма-зут	18	2,5	7,6				углев-ды пр. C ₁₂ -C ₁₉	0,0003
							сероводород	0,0003
							этилбензол	0,0002
дыхание емкости дизтопливо	19	2,5	7,6				углев-ды пр. C ₁₂ -C ₁₉	0,0015
							сероводород	0,0002
дыхание емкости печное топливо	20	2,5	7,6				углев-ды пр. C ₁₂ -C ₁₉	0,0003
							сероводород	0,0002
Котел	21	20	0,4		0,90		диоксид азота	0,1000
							оксид серы	0,0950
							оксид углерода	0,0900

Практическая работа № 2

Расчет экологического налога

Цель работы: изучить методику расчета экологического налога и научиться применять ее на практике.

1. Общие сведения

Плательщиками налога за использование природных ресурсов (экологического налога) являются организации, определенные пунктом 2 статьи 13 Общей части Налогового кодекса Республики Беларусь и индивидуальные предприниматели.

Организации, финансируемые из бюджета (бюджетные организации), плательщиками налога не являются.

Индивидуальные предприниматели - плательщики единого налога с индивидуальных предпринимателей и иных физических лиц освобождаются от уплаты налога за использование природных ресурсов (экологического налога).

1.1. Налогом облагаются:

- объемы используемых (изымаемых, добываемых) природных ресурсов;
- объемы переработанных нефти и нефтепродуктов;
- объемы выводимых в окружающую среду выбросов (сбросов) загрязняющих веществ.

1.2. Налог состоит из платежей за использование (изъятие, добычу) природных ресурсов и за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в окружающую среду в пределах установленных лимитов, за перерасход природных ресурсов и за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в окружающую среду сверх утвержденных лимитов, а также за переработку нефти и нефтепродуктов. Ставки налога устанавливаются Советом Министров Республики Беларусь. За выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в окружающую среду сверх установленных лимитов либо без установленных в соответствии с законодательством Республики Беларусь лимитов налог взимается в **15-кратном размере** установленной ставки налога. За превышение установленных лимитов (объемов) использования (изъятия, добычи) природных ресурсов либо использование (изъятие, добычу) природных ресурсов без установленных в соответствии с законодательством Республики Беларусь лимитов (объемов) налог взимается в **10-кратном размере** установленной ставки налога.

1.3. Налог взимается по льготным ставкам:

а) за воду, отпускаемую для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения и работников организаций, а также для противопожарного водоснабжения;

б) за песок строительный и песчано-гравийную смесь для использования в дорожном строительстве.

1.5. Налог за использование (изъятие, добычу) природных ресурсов исчисляется и уплачивается индивидуальными предпринимателями ежеквартально, а остальными плательщиками – ежемесячно, исходя из фактических объемов:

- использования (изъятия, добычи) природных ресурсов;
- выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- сбросов сточных вод или загрязняющих веществ в окружающую среду;
- переработанных нефти и нефтепродуктов организациями, осуществляющими переработку нефти;
- перемещенных по территории Республики Беларусь нефти и нефтепродуктов;
- отходов производства, размещенных на объектах размещения отходов (санкционированных местах размещения отходов производства);
- размещенных товаров, помещенных под таможенный режим уничтожения и утративших свои потребительские свойства, а также отходов, образовавшихся в результате уничтожения товаров, помещенных под этот режим;
- полезных ископаемых, добытых на разведанных за счет средств бюджета месторождениях, в стоимостном выражении.

Налог за использование природных ресурсов, налог за переработку нефти и нефтепродуктов полностью зачисляются в бюджеты областей и г.Минска.

Суммы налога за использование природных ресурсов и выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в окружающую среду в пределах установленных лимитов включаются в себестоимость продукции, товаров (работ, услуг), сверх установленных лимитов - уплачиваются за счет средств, остающихся в распоряжении плательщиков налога.

Расчет налога за размещение отходов производства производится исходя из объемов отходов производства, размещенных на объектах размещения отходов (санкционированных местах размещения отходов производства) за каждый истекший отчетный период, и установленной ставки налога в налоговой декларации (расчете) по налогу за размещение отходов производства и налоговой декларации (расчете) по налогу за хранение отходов производства с учетом накопления.

Налог за размещение отходов производства взимается за: захоронение отходов производства; хранение отходов производства; хранение лигнина, твердых галитовых отходов и шламов галитовых глинисто-солевых, фосфогипса; размещение осадка сточных вод на иловых площадках, в прудах и накопителях с учетом накопления.

Налог за хранение отходов с учетом накопления исчисляется исходя из фактических объемов отходов, накопленных в течение календарного года. При совершенствовании технологических процессов с целью уменьшения (ликвидации) отходов производства, строительстве или реконструкции собственниками отходов объектов размещения и (или) обезвреживания отходов, а также объектов, в процессе эксплуатации которых осуществляется использование отходов производства, налог за размещение отходов производства уменьшается на сумму освоенных капитальных вложений (за исключением капитальных вложений, финансируемых из бюджета) на эти цели индивидуальным предпринимателям ежеквартально, остальным плательщикам – ежемесячно, но не более суммы налога за размещение отходов производства, подлежащей к перечислению в указанный период. При этом сумма налога за хранение отходов производства с учетом накопления уменьшению не подлежит.

Для уменьшения налога за размещение отходов производства на сумму освоенных капитальных вложений при представлении налоговой декларации (расчета) по налогу за размещение отходов производства представляется налоговая декларация (расчет) по налогу за размещение отходов производства с учетом освоенных капитальных вложений, согласованная с территориальными органами Минприроды по месту освоения указанных капитальных вложений.

2. Методика расчета

Порядок исчисления и уплаты налогов изложен в инструкции о порядке исчисления и уплаты налога за использование природных ресурсов (экологического налога) (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2005 г., № 58) [2].

2.1. Расчет платежей за использование природных ресурсов

в пределах установленного лимита за отчетный период (месяц, квартал, год) производится по формуле:

$$P_{\text{лим}} = C_I \cdot P_{\text{факт}}, \quad (2.1)$$

где $P_{\text{лим}}$ – размер платежа за использование природных ресурсов в пределах лимита, у.е.;

C_I – ставка налога за использование природных ресурсов, в рублях за тонну, установленная Указом Президента Республики Беларусь¹ [3] (см. табл. 2.1);

$P_{\text{факт}}$ – фактический объем использованного природного ресурса, тонн.

¹ В связи с перманентным изменением индекса цен и услуг, в данной и других работах практикума для расчетов применяется условная единица (у.е.).

Таблица 2.1

Ставки налога за использование (изъятие, добычу) природных ресурсов

Наименование		C_i , у.е.
№	За 1 тонну:	
1	песка формовочного, стекольного	0,076
2	торфа влажностью 40 процентов	0,019
3	сапропелей влажностью 60 процентов	0,008
4	соли калийной	0,207
5	соли поваренной	0,369
6	нефти	0,662
7	мела и доломита	0,0414
За 1куб. метр:		
8	песка строительного:	
	- для использования в дорожном строительстве	0,019
	- для иного использования	0,0381
9	грунта для земляных сооружений	0,009
10	глины и трепелов	0,045
11	камня строительного	0,307
12	камня облицовочного	0,776
13	воды, отпускаемой, забираемой из поверхностных источников:	
	- для хозяйственно-питьевого водоснабжения	0,003
	- для противопожарного водоснабжения	0
	- для производства сельхозпродукции	0,0001
	- для иного использования	0,009
14	воды, отпускаемой, забираемой из подземных источников:	
	- для хозяйственно-питьевого водоснабжения	0,004
	- для противопожарного водоснабжения	0
	- для производства сельхозпродукции	0,0002
	- для иного использования	0,014
	- для розлива и последующей реализации	0,965
	- минеральной воды для розлива и последующей реализации	1,362
15	за 1 килограмм янтаря	5,051
16	за 1 грамм золота	0,676

2.2 Расчет платежей за выбросы и сбросы загрязняющих веществ

Расчет платежей за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сбросы сточных вод или загрязняющих веществ в окружающую среду в пределах установленного лимита за отчетный период (месяц, квартал, год) производится по формуле:

$$P_{\text{лим}} = C_x \cdot V_{\text{факт}}, \quad (2.2)$$

где C_2 – ставка налога за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, у.е./т, установленная Указом Президента Республики Беларусь [3] (см. табл. 2.2);

C_3 – сбросы сточных вод или загрязняющих веществ окружающую среду, у.е./м³ [3] (см. табл. 2.3)

$V_{\text{факт}}$ – количество выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в пределах установленного лимита, тонн.

Таблица 2.2

Ставки налога за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

По веществам, C_2 , у.е. за тонну				
классов опасности				Для которых не определены классы опасности
I	II	III	IV	
11953	358	118	59	296

Таблица 2.3

Ставки налога за сбросы сточных вод или загрязняющих веществ в окружающую среду

№	наименование	Ставка налога, у.е. за 1 м ³		
		По категориям вещества		
		Нормативно очищенные	Нормативно чистые	Неочищенные
	сброс сточных вод:			
	в поверхностные водные объекты из них:			
1	в водоемы:			
	для владельцев коммунальной и ведомственной канализации (сброс от населения)	0,0003		0,91380
	для рыбоводных организаций и прудовых хозяйств (сброс с прудов)		0,0002	1,2069
	для иных плательщиков	0,0569	0,0569	1,2069
2	в водотоки (реки, ручьи):			
	для владельцев коммунальной и ведомственной канализации (сброс от населения)	0,0003		0,6034
	для рыбоводных организаций и прудовых хозяйств (сброс с прудов)		0,0002	0,7931
	для иных плательщиков	0,0383	0,0383	0,7931
3	в подземные горизонты:			
	для владельцев коммунальной и ведомственной канализации (сброс от населения)	0,0003		2,2621
	для иных плательщиков	0,0258	0,0258	2,9862

2.3. Расчет платежей за размещение отходов

Методика расчета платежей за размещение конкретного вида отходов производства на объектах размещения отходов является приложением к инструкции о порядке исчисления и уплаты налога за использование природных ресурсов (экологического налога) [2].

2.3.1. Расчет платежей за размещение конкретного вида отходов производства на объектах размещения отходов (в санкционированных местах размещения отходов) в пределах установленного лимита за отчетный период (месяц, квартал, год) производится по формуле:

$$P_{\text{лим}} = C_4 \cdot M_{\text{факт}}, \quad (2.3)$$

где $P_{\text{лим}}$ – размер платежа за размещение отходов производства в пределах лимита, у.е.;

C_4 – ставка налога за размещение отходов производства, у.е./т, установленная указом Президентом Республики Беларусь [3] (см. табл. 2.4);

$M_{\text{факт}}$ – фактический объем отходов производства, размещенных в отчетном периоде, тонн.

2.3.2. Сумма налога за размещение отходов производства в пределах установленных лимитов определяется как сумма платежей за размещение всех конкретных видов отходов:

$$P_{\text{лим.сумма}} = P_{\text{лим1}} + P_{\text{лим2}} + P_{\text{лим3}} + \dots + P_{\text{лимn}}, \quad (2.4)$$

2.3.3. Расчет платежей за размещение конкретных отходов производства сверх установленного лимита или без установленного лимита в случаях, когда его установление предусматривается законодательством, на объектах размещения отходов (в санкционированных местах размещения отходов) производится по формуле:

$$P_{\text{сверх}} = K \cdot C_4 \cdot (M_{\text{факт}} - M_{\text{лим}}), \quad (2.5)$$

где $P_{\text{сверх}}$ – размер платежа за размещение отходов производства сверх установленного лимита или без установленного лимита в случаях, когда его установление предусматривается законодательством;

$K=15$ – коэффициент кратности, установленный в соответствии с законодательством;

$M_{\text{лим}}$ – установленный лимит на размещение отхода производства, тонн.

2.3.4. Сумма налога за размещение отходов производства сверх установленного лимита или без установленного лимита в случаях, когда его установление предусматривается законодательством, определяется как сумма платежей за размещение всех конкретных видов отходов производства, размещенных сверх установленного лимита или без установленного лимита в случаях, когда его установление предусматривается законодательством:

$$P_{\text{сверх.сумма}} = P_{\text{сверх1}} + P_{\text{сверх2}} + P_{\text{сверх3}} + \dots + P_{\text{сверхn}}. \quad (2.6)$$

Налог за размещение отходов производства сверх установленного лимита или без установленного лимита в случаях, когда его установление предусматривается законодательством, начисляется с месяца, в котором допущено превышение установленного лимита или указанный лимит отсутствует.

2.5. Расчет платежей за хранение с учетом накопления отходов производства, вносимых ежегодно, за конкретный вид отходов определяется по формуле:

$$P_{\text{нак}} = C \cdot (M_{\text{ф}} - M_{\text{п}}), \quad (2.7)$$

где $P_{\text{нак}}$ – размер платежа за хранение отходов производства с учетом накопления ($P_{\text{нак}} \geq 0$);

C – ставка налога за хранение отходов производства с учетом накопления;

$M_{\text{ф}}$ – фактический объем отходов, размещенных на хранение в отчетном периоде;

$M_{\text{п}}$ – объем переработанных, утилизированных, обезвреженных отходов в течение отчетного периода.

2.3.6. Налог за размещение отходов производства с учетом освоенных капитальных вложений, направленных на совершенствование технологических процессов с целью уменьшения (ликвидации) отходов производства, строительства или реконструкции объектов размещения и (или) обезвреживания отходов, а также объектов, в процессе эксплуатации которых осуществляется использование отходов, определяется как разность суммы налога за размещение всех видов отходов производства, причитающейся к уплате за отчетный период, и суммы фактически освоенных за отчетный период капитальных вложений, за исключением капитальных вложений, финансируемых из бюджета:

$$P_{\text{пл.кап}} = P_{\text{пл.сумма}} - (K_{\text{всего}} - K_{\text{бюджет}}), \quad (2.8)$$

где $P_{\text{пл.кап}}$ – размер налога за размещение отходов производства с учетом освоенных капитальных вложений, у.е. ($P_{\text{пл.кап}} \geq 0$);

$P_{\text{пл.сумма}}$ – сумма налога за размещение всех видов отходов производства, причитающаяся к уплате за отчетный период (за исключением суммы налога за хранение отходов производства с учетом накопления), у.е.;

$K_{\text{всего}}$ – сумма всех капитальных вложений, освоенных за отчетный период, у.е.;

$K_{\text{бюджет}}$ – сумма капитальных вложений, освоенных за отчетный период из бюджетных источников финансирования, у.е.

Таблица 2.4

Нормативы платы за размещение отходов

Наименование		C_4 , у.е.
1. За захоронение 1 тонны:		
1.1	Неопасных отходов производства	2,203
1.2	Опасных отходов производства:	
	I класса опасности	558,556
	II класса опасности	167,576
	III класса опасности	56,020
	IV класса опасности	27,931
1.3	Вторичного сырья	2792,931
2. За хранение 1 тонны:		
2.1	Неопасных отходов производства	0,483

2.2	Опасных отходов производства: I класса опасности II класса опасности III класса опасности	48,897 14,310 4,769
	IV класса опасности, из них: • лигнина • твердых галитовых отходов и шламов галитовых глини- стосолевых • фосфогипса • иных отходов	0,975 0,007 0,093 2,383
2.3	Отходов, являющихся средствами ухода за растениями и ядохимикатами, которые утратили свои потребительские свойства или непригодны к применению	0,517
	3. За размещение 1 тонны (в сухом веществе) осадка сточных вод на иловых площадках, в прудах и накопителях	0,343
	4. За размещение 1 кг товаров, помещаемых под таможенный режим уничтожения и утративших свои потребительские свойства, а также отходов, образующихся в результате уничтожения товаров, помещенных под этот режим	
4.1	Неопасных, из них: • продуктов питания • медикаментов • иных товаров и отходов	1,179 23,586 0,118
4.1	Опасных, из них: • продуктов питания • медикаментов • иных товаров и отходов	29,793 595,862 2,969

3. Порядок оформления практической работы

- 3.1. Название работы.
- 3.2. Цель работы.
- 3.3. Условие задания.
- 3.4. Определение экологического налога.
- 3.5. Вывод.

4. Контрольные вопросы к практической работе

- 4.1. Что такое экологический налог?
- 4.2. Какие виды экологического налога Вы знаете?
- 4.3. Кто освобождается от уплаты экологического налога?
- 4.4. За какие природные ресурсы налог взимается по льготным ставкам?
- 4.5. От чего зависит размер ставки налога за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух?

4.6. В каком случае и на сколько уменьшается экологический налог за размещение отходов производства?

4.7. Как определяется сумма налога за размещение отходов производства?

4.8. Как производят расчет платежей за хранение с учетом накопления отходов производства?

4.9. Как производят расчет платежей за размещение отходов производства с учетом освоенных капитальных вложений на совершенствование тех. процессов с целью уменьшения отходов?

5. Варианты заданий к практической работе (табл. 2.5–2.7)

Задание А (варианты 1–8). Провести расчет экологического налога для предприятия, если оно в год использует для производственных нужд 20000м^3 воды из подземных источников, 300 тонн природных ресурсов *A* и 10000м^3 природного ресурса *B*. Выбросы предприятием загрязняющих веществ в атмосферу составляют: II класса – X_2 тонн; III класса – X_3 тонн; IV класса – X_4 тонн. Сбросы нормативно очищенных сточных вод $16\,000\text{м}^3$ в поверхностные водные объекты типа *T*.

Таблица 2.5

Варианты заданий								
Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>A</i>	1	2	3	4	5	6	7	1
<i>B</i>	9	10	11	12	9	10	11	12
X_2 ,т	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
X_3 ,т	1	2	3	4	5	6	7	8
X_4 ,т	8	9	10	12	14	16	18	20
<i>T</i>	1	2	3	1	2	3	1	2

***Примечание:** - номера природных ресурсов даны согласно таблице 2.1;
- типы поверхностных водных объектов даны согласно таблице 2.3.

Задание Б (варианты 9–16). Провести расчет платежей за размещение предприятием отходов производства, если фактический объем его отходов за год: неопасных отходов – $M_{\text{факт}}$, т, а установленный лимит для предприятия по неопасным отходам – $M_{\text{лим}}$, т; фактический объем опасных отходов I класса – $IM_{\text{факт}}$, т лимит – $IM_{\text{лим}}$, т; фактический объем опасных отходов II класса – $IIM_{\text{факт}}$, т лимит – $IIM_{\text{лим}}$, т; фактический объем опасных отходов III класса – $IIIM_{\text{факт}}$, т лимит – $IIIM_{\text{лим}}$, т; фактический объем опасных отходов IV класса – $IVM_{\text{факт}}$, т лимит – $IVM_{\text{лим}}$, т.

Таблица 2.6

Варианты заданий

Вариант	9	10	11	12	13	14	15	16
$M_{\text{факт, Т}}$	10	11	12	13	14	15	16	17
$M_{\text{лим, Т}}$	9	12	8	9	10	14	15	12
$IM_{\text{факт, Т}}$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$IM_{\text{лим, Т}}$	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,5
$IIM_{\text{факт, Т}}$	0,8	0,9	1,2	1,2	1,4	1,7	1,8	1,9
$IIM_{\text{лим, Т}}$	0,9	0,9	1,3	1,4	1,2	1,5	1,4	1,5
$IIIM_{\text{факт, Т}}$	1,2	1,3	1,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
$IIIM_{\text{лим, Т}}$	1,3	1,2	1,3	1,4	2,5	2,3	2,4	2,5
$IVM_{\text{факт, Т}}$	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9
$IVM_{\text{лим, Т}}$	3,3	3,3	3,3	3,4	3,5	3,6	3,8	3,9

Задание В (варианты 17–24). Провести расчет платежей за хранение предприятием отходов производства, если фактический объем отходов, размещенных предприятием в течение года на хранение: неопасных отходов – $M_{\text{ф}}$, т, при этом объем переработанных неопасных отходов за этот период – $M_{\text{п}}$, т; фактический объем опасных отходов I класса – $IM_{\text{ф}}$, т из них переработано – $IM_{\text{п, т}}$; фактический объем опасных отходов II класса – $IIM_{\text{ф}}$, т из них переработано – $IIM_{\text{п, т}}$; фактический объем опасных отходов III класса – $IIIM_{\text{ф}}$, т из них переработано – $IIIM_{\text{п, т}}$.

Таблица 2.7

Варианты заданий

Вариант	17	18	19	20	21	22	23	24
$M_{\text{ф, Т}}$	10	11	12	13	14	15	16	17
$M_{\text{п, Т}}$	5	6	7	8	10	11	12	12
$IM_{\text{ф, Т}}$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$IM_{\text{п, Т}}$	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5
$IIM_{\text{ф, Т}}$	0,8	0,9	1,2	1,2	1,4	1,7	1,8	1,9
$IIM_{\text{п, Т}}$	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$IIIM_{\text{ф, Т}}$	1,2	1,3	1,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
$IIIM_{\text{п, Т}}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Практическая работа № 3

Расчет экономического ущерба от загрязнения и нарушения земель

Цель работы: изучить методику расчета экономического ущерба от загрязнения, деградации и нарушения земель.

1. Общие сведения

Методика «Определение размера экономического ущерба, причиненного загрязнением, деградацией и нарушением земель» (методика 0212.4. - 97) [4] устанавливает правила расчета экономического ущерба, причиняемого загрязнением земель химическими веществами, деградацией и нарушением земель, а также определяет порядок взимания и использования взысканных средств. Методика распространяется на земли всех категорий, независимо от их местоположения и форм собственности. Методика предназначена для практического применения органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, а также специалистами органов других заинтересованных министерств и ведомств при определении размера ущерба, причиняемого загрязнением, деградацией и нарушением земель.

1.1. Термины и определения

Загрязнение земель – это внесение химических загрязнителей в количествах и концентрациях, превышающих способность почвенных экосистем к их разложению, утилизации и включению в общий кругооборот веществ и обуславливающее в связи с этим изменение физико-химических, агротехнических и биологических свойств земли, снижающих ее плодородие и ухудшающих качество производимой продукции.

Загрязняющее землю вещество – вещество, накапливающееся в земле в результате антропогенной деятельности в количествах, которые оказывают неблагоприятное воздействие на свойства и плодородие земель, качество сельскохозяйственной продукции, заболеваемость и работоспособность людей, условия их жизни.

Нарушение земель – процесс, происходящий при добыче полезных ископаемых, выполнении геологоразведочных, изыскательских, строительных и других работ и приводящий к нарушению почвенного покрова, гидрологического режима местности, образованию техногенного рельефа и другим качественным изменениям состояния земель. В результате земли утрачивают свою первоначальную хозяйственную ценность или являются источником отрицательного воздействия на окружающую среду.

Дегградация земель – это постепенное ухудшение свойств; земель под влиянием хозяйственной деятельности человека: неправильная агротехника, истощение при некомпенсируемом выносе питательных веществ с растительной продукцией, изменение структуры почвы, водного режима и т.п. В результате усиливаются процессы эрозии, изменяется состав почвенной флоры и фауны в неблагоприятную сторону, снижается плодородие, формируются пустоши и неудобицы.

Экономическим ущербом от загрязнения земель химическими веществами, от их нарушения и дегградации называются затраты на восстановление земель до их первоначального состояния и ликвидацию последствий их влияния на реципиентов.

2. Методика расчета

Экономический ущерб от загрязнения земель химическими веществами, дегградации нарушения земель измеряется совокупными затратами на восстановление загрязненных земель и приведение этих земель в прежнее состояние. Такие затраты определяются исходя из конкретных видов работ по восстановлению загрязненных земель, их объемов и действующих расценок.

В случае невозможности определить указанные затраты прямым путем, расчет размера ущерба осуществляется в следующем порядке.

Размер экономического ущерба от загрязнения земель химическими веществами рассчитывается на основе укрупненных нормативов совокупных затрат на проведение в полном объеме работ по восстановлению загрязненных земель с учетом уровня инфляции, степени и глубины загрязнения земель, природно-климатической и экономической значимости территорий по формуле:

$$Y_x = HЗ \cdot П \cdot K_u \cdot K_{yz} \cdot K_{23} \cdot K_9 \cdot K_{oom}, \quad (3.1)$$

где Y_x – величина экономического ущерба от загрязнения земель химическими веществами, у.е.;

$HЗ$ – норматив совокупных затрат на проведение работ в полном объеме по восстановлению загрязненных земель; $П$ – площадь загрязненных земель (см. табл. 3.1, 3.2);

K_u – коэффициент увеличения совокупных затрат, учитывающий уровень инфляции (в данной работе принимается $K_u = 1$);

K_{yz} – коэффициент, учитывающий степень загрязнения земель (см. табл. 3.3);

K_{23} – коэффициент, учитывающий глубину загрязнения земель (см. табл. 3.3);

K_9 – коэффициент, учитывающий экономическую значимость земель в административных районах (см. табл. 3.4);

K_{oom} – коэффициент, учитывающий природоохранное, оздоровительное, рекреационное и историко-культурное назначение земель (величина коэффициента определяется по табл. 3.5 в зависимости от размера и характера загрязнения, деградации и нарушения земель особо охраняемых территорий, влияния на реципиентов и других факторов).

Степень загрязнения земель химическими веществами характеризуется пятью уровнями: допустимым (1), слабым (2), средним (3), высоким (4) и очень высоким (5). Под допустимым уровнем загрязнения понимается такое содержание химических веществ, которое не превышает их предельно допустимых концентраций (ПДК) или ориентировочно допустимых концентраций (ОДК). Содержание химических веществ, соответствующее различным уровням загрязнения, приведено в табл. 3.6.

Для расчета по формуле (3.1) величины ущерба от загрязнения химическими веществами земель промышленного, транспортного, оборонного и иного назначения, расположенных за пределами населенных пунктов, земель природоохранного, оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения используется средний норматив совокупных затрат – $HЗ_{cp} = 6$ тыс. у.е./га. Коэффициенты $K_{уз}$, $K_{зз}$, $K_э$ и K_{oom} соответственно определяются по табл. 3.3–3.6.

Расчет экономического ущерба от загрязнения химическими веществами земель населенных пунктов осуществляется по следующей формуле:

$$У_{хн} = HЗ_{cp} \cdot П \cdot K_u \cdot K_{уз} \cdot K_{зз} \cdot K_{э2}, \quad (3.2)$$

где $У_{хн}$ – величина экономического ущерба от загрязнения химическими веществами земель населенных пунктов, у.е.;

$HЗ_{cp} = 6$ тыс. у.е./га – средний норматив совокупных затрат на проведение в полном объеме работ по восстановлению земель;

$K_{э2}$ – коэффициент, учитывающий значимость земель в зависимости от ранга населенных пунктов (см. табл. 3.7);

K_u , $K_{уз}$, $K_{зз}$ – см. формулу (3.1).

При загрязнении земель несколькими химическими веществами вместо коэффициента $K_{уз}$ в формуле (3.1) применяется коэффициент ($K_{сз}$), учитывающий суммарное загрязнение (см. табл. 3.8).

Суммарный показатель загрязнения земель химическими веществами рассчитывается по формуле:

$$Z_c = \sum_{j=1}^n \frac{C_{jфакт}}{C_{jфон}}, \quad (3.3)$$

где $C_{jфакт}$ и $C_{jфон}$ – фактическое и фоновое содержание j-ых загрязняющих веществ соответственно.

Фоновое содержание валовых форм тяжелых металлов и мышьяка определяется следующим образом (см. табл. 3.9).

Величина экономического ущерба от деградации земель зависит от степени ухудшения механических, биологических, физических, агротехнических, химических и других свойств почв, экономической и природоохранной значимости территорий и рассчитывается по формуле:

$$U_{\delta} = HZ_{cp} \cdot P_{\delta} \cdot K_u \cdot K_{\delta} \cdot K_{\varepsilon} \cdot K_{oom}, \quad (3.4)$$

где U_{δ} – экономический ущерб от деградации земель, у.е.;

P_{δ} – Площадь деградированных земель, га;

HZ_{cp} – средний норматив совокупных затрат на проведение работ в полном объеме по восстановлению деградированных земель, равный **4,5 тыс.у.е./га**;

K_{δ} – коэффициент, учитывающий степень деградации земель (см. табл. 3.10).

Для оценки степени деградации используются количественные показатели. Деградация земель по каждому показателю характеризуется пятью степенями: 0 – недеградированные, 1 – слабодеградированные, 2 – среднедеградированные, 3 – сильнодеградированные, 4 – очень сильно деградированные. $K_u, K_{\varepsilon}, K_{oom}$ – см. формулу (3.1).

Установление степени деградации земель возможно по любому из приведенных показателей. При наличии двух или более существенных изменений количественных показателей оценка степени деградации земель проводится по показателю, устанавливающему максимальную степень деградации.

Если загрязнение химическими и радиоактивными веществами сельскохозяйственных и лесохозяйственных земель, а также деградация и нарушение их приводят к выбытию таких земель из сельскохозяйственного и лесохозяйственного использования, то размер экономического ущерба определяется по действующим нормативам возмещения потерь сельскохозяйственного и лесохозяйственного производства в соответствии с «Порядком определения потерь сельскохозяйственного производства, подлежащих возмещению» и «Порядком определения потерь лесохозяйственного производства, подлежащих возмещению».

Таблица 3.1

Нормативы совокупных затрат (НЗ) на проведение работ в полном объеме по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель (тыс.у.е./га)

Группа почв	Наименование группы почв	Пашня и многолетние насаждения, сенокосы и пастбища (проведены работы по коренному улучшению)	Природные сенокосы и пастбища
I	Дерновые и дерновокарбонатные	11,4	2,6

Окончание табл. 3.1

II	Дерново-подзолистые суглинистые	8,2	1,8
III	Дерново-подзолистые супесчаные	5,3	1,1
IV	Дерново-подзолистые песчаные	2,4	0,6
V	Дерново-подзолистые глееватые и глеевые	20,1	1,1
VI	Дерновые глееватые и глеевые	7,0	1,6
VII	Пойменные дерновые заболоченные	7,7	1,7
VIII	Торфяно-болотные	3,6	0,8
IX	Осушенные торфяно-болотные	6,9	1,6
X	Средне- и сильно эродированные	2,6	0,6

Таблица 3.2

Нормативы совокупных затрат (НЗ) на проведение работ в полном объеме по восстановлению загрязненных лесных земель (тыс. у.е./га)

№ п/п	Серия типов леса (условия местопроизрастания)	Леса первой группы	Леса второй группы
1	Сфагновый	0,7	0,5
2	Осоковый	0,9	0,6
3	Таволговый	1,4	0,8
4	Багульниковый	1,8	1,1
5	Лишайниковый, вересковый	2,5	1,3
6	Долгомошниковый, приручейно-травяной, брусничный	2,6	1,5
7	Мшистый черничный	2,9	1,9
8	Крапивный	3,5	2,2
9	Орляковый	4,0	2,5
10	Снытевый, папортниковый	4,3	2,7
11	Кисличный	4,7	2,9

Таблица 3.3

Коэффициенты, учитывающие: а) уровень загрязнения земель химическими веществами ($K_{уз}$) и б) глубину загрязнения ($K_{гз}$)

а			б	
Уровень загрязнения	Степень загрязнения земель	$K_{уз}$	Глубина загрязнения земель, см	$K_{гз}$
1	Допустимая	0	0–20	1,0
2	Слабая	0,3	0–50	1,3
3	Средняя	0,6	0–100	1,5
4	Высокая	1,5	0–150	1,7
5	Очень высокая	2,0	> 1–150	2,0

Таблица 3.4

Коэффициенты, учитывающие экономическую значимость земель в административных районах (K_3)

Наименование районов	Коэффициенты	Наименование районов	Коэффициенты
Витебская область			
1. Бешенковичский	1,30	12. Оршанский	2,30
2. Браславский	1,00	13. Полоцкий	1,45
3. Верхнедвинский	1,30	14. Поставский	1,25
4. Витебский	1,65	15. Россонский	1,15
5. Глубокский	1,70	16. Сенненский	1,15
6. Городокский	1,70	17. Толочинский	2,60
7. Докшицкий	1,80	18. Ушачский	1,30
8. Дубровенский	1,15	19. Чашникский	1,70
9. Лепельский	1,70	20. Шарковщинский	1,50
10. Лиозненский	1,15	21. Шумилинский	1,50
11. Миорский	1,30		

Таблица 3.5

Коэффициенты, учитывающие природоохранное, оздоровительное, рекреационное и историко-культурное назначение земель ($K_{оом}$)*

№ п/п	Наименование особо охраняемых территорий	Коэффициенты
1	Заповедники, заповедные зоны национальных парков, ботанические сады, памятники природы, зоны санитарной охраны источников водоснабжения и курорты	5,1–10,0
2	Заказники, водоохранные полосы (зоны) рек и водоемов, земли оздоровительного назначения, лесопарковые части зеленых зон	2,6–5,0
3	Земли рекреационного и историко-культурного назначения	1,5–2,5
4	Прочие земли	1,0

*При расчетах принимать максимальные значения коэффициентов

Таблица 3.6

Показатели уровня загрязнения земель химическими веществами

Элементы соединений	ПДК мг/кг	Содержание (мг/кг), соответствующее уровню загрязнения				
		1 уровень допустимый	2 уровень низкий	3 уровень средний	4 уровень высокий	5 уровень очень высокий
1. Свинец	30,0	до ПДК	ПДК-125	125–250	250–600	>600
2. Ртуть	2,2	до ПДК	ПДК-3	3–5	5–10	>10
3. Мышьяк	2,0	до ПДК	ПДК-20	20–30	30–50	>50
4. Цинк (вал. содерж.)	100,0	до ПДК	ПДК-500	500–1500	1500–3000	>3000
5. Кобальт	5,0	до ПДК	ПДК-50	50–150	150–300	>300
6. Нефть и н/п	50,0	до ПДК	ПДК-2000	2000–3000	3000–5000	>5000

Таблица 3.7

Коэффициенты, учитывающие значимость земель в зависимости от ранга населенных пунктов (K_{Σ})

Категории городских поселений и других населенных пунктов	Коэффициенты
г. Минск	19,1
Областные центры (кроме г. Минска)	7,4
Города областного подчинения с населением:	
свыше 100 тыс. жителей	5,8
от 50 до 100 тыс. жителей	4,2
до 50 тыс. жителей	2,4
Города районного подчинения	1,6
Прочие населенные пункты	1,2

Таблица 3.8

Коэффициенты, учитывающие суммарный показатель загрязнения (K_{Σ})

Суммарный показатель загрязнения	Степень загрязнения земель	Коэффициент
<2	Допустимая	0
2–8	Слабая	0,3
8–32	Средняя	0,6
32–64	Высокая	1,0
>64	Очень высокая	2,0

Таблица 3.9

**Фоновое содержание валовых форм тяжелых металлов
и мышьяка (мг/кг)**

Почвы	Zn цинк	Cd кадмий	Pb свинец	Hg ртуть	Cu медь	Co кобальт	Ni никель	As мышьяк
1. Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные	28	0,05	6	0,05	8	3	6	1,5
2. Дерново-подзолистые суглинистые и глинистые	45	0,12	15	0,10	15	10	30	2,2
3. Серые лесные	60	0,20	16	0,15	18	12	35	2,6
4. Черноземы	68	0,24	20	0,20	25	15	45	5,6
5. Каштановые	54	0,16	16	0,15	20	12	35	5,2

Таблица 3.10

**Коэффициенты, учитывающие степень деградации
земель (K_d)**

Степень деградации по предыдущему обследованию	Степень деградации по контрольному обследованию				
	0	1	2	3	4
0	0	0,2	0,5	0,8	1,0
1	0	0	0,2	0,5	0,8
2	0	0	0	0,2	0,5
3	0	0	0	0	0,2
4	0	0	0	0	0

3. Порядок оформления практической работы

- 3.1. Название работы.
- 3.2. Цель работы.
- 3.3. Условие задания.
- 3.4. Расчет экономического ущерба от загрязнения и деградации земель.
- 3.5. Вывод.

4. Контрольные вопросы к практической работе

- 4.1. Как Вы понимаете термины «загрязнение земель» и «деградация земель»?
- 4.2. Как классифицируются уровни загрязнения земель?

- 4.3. От чего зависит размер экономического ущерба при загрязнении земель химическими веществами?
- 4.4. От чего зависит размер экономического ущерба при загрязнении химическими веществами земель населенных пунктов?
- 4.5. Как определяется величина экономического ущерба от деградации земель?
- 4.6. Как рассчитывается суммарный показатель загрязнения земель химическими веществами?

5. Варианты заданий к практической работе (Табл. 3.11–3.13)

Задание А (варианты 1–8).

По заявке землепользователя контрольно-токсикологической лабораторией района P обследовано X , га почв типа Π , используемых под пашню и прилегающих к промышленному объекту. В результате установлено, что обследованные площади загрязнены веществом B , на глубину G , м. Содержание B в 1 кг почвы в среднем по площади составляет m , мг. Определить экономический ущерб.

Таблица 3.11

Варианты заданий*

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
P	11	12	13	1	2	3	4	5
X , га	1	1	2	2	3	3	4	4
Π	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
B	1	2	3	4	5	1	2	3
G , см	15	25	45	80	110	130	140	150
m , мг	300	20	30	600	1500	5000	50	80

Задание Б (варианты 9–16).

На X , га земель рекреационного значения района P , леса первой группы L , в почве Π (по табл. 9.9) наблюдалось содержание $C_{j\text{факт}}$, мг/кг валовых форм веществ B_j , на глубину G , м. Определить экономический ущерб.

Таблица 3.12

Варианты заданий*

Вариант	9	10	11	12	13	14	15	16
P	4	5	6	7	8	9	10	20
X , га	2	2	3	3	4	4	5	6
L	1	2	3	4	5	6	7	8
Π	1	1	2	2	3	3	4	5
B_j	1, 2, 3	2, 3, 4	3, 4, 5	4, 5, 1	5, 1, 2	2, 3, 5	2, 4, 5	3, 5, 1

Окончание табл. 3.12

$C_{1факт}$, МГ/КГ	20	–	–	25	30	–	–	40
$C_{2факт}$	0,3	0,4	–	–	0,5	0,6	0,7	–
$C_{3факт}$	6	6	7	–	–	8	–	10
$C_{4факт}$	–	120	130	140	–	–	150	–
$C_{5факт}$	–	–	20	25	30	35	40	45
G , см	15	25	45	80	110	130	140	150

Задание В (варианты 17–24).

Определить экономический ущерб от деградации земель площадью P_0 , га в районе P , если земли относятся к категории K (табл. 9.5), степень деградации по предыдущему обследованию - $K_{пред}$, степень деградации по контрольному обследованию - $K_{контр}$. Сделать вывод.

Таблица 3.13

Варианты заданий*

Вариант	17	18	19	20	21	22	23	24
P	4	5	6	7	8	9	10	20
P_0 , га	2	2	3	3	4	4	5	6
$K_{пред}$	0	0	1	1	2	2	1	1
$K_{контр}$	1	2	3	4	3	4	3	4
K	1	1	2	2	3	3	4	4

*Примечание: Нумерация районов, типов почв, типов леса, типов территорий, групп веществ, степени деградации согласно таблицам 3.1-3.10.

Практическое занятие №4

Подсчет ущерба при сбросе нефтепродуктов в водный объект

1. Цель работы

Изучить методику подсчета убытков, причиненных государству при загрязнении водных объектов. Рассчитать ущерб связанный с залповым и установившимся сбросом нефтепродуктов.

2. Общие сведения

Методика подсчета убытков, причиненных государству нарушением водного законодательства, разработана Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [5].

Согласно данной методики, убытки, причиненные государству, определены исходя из объема воды, загрязненной в результате сброса загрязняющих веществ и удельных приведенных затрат на очистку воды до предельно-допустимых концентраций, установленных для данной категории водного объекта.

Техногенные катастрофы, приводящие к аварийным разливам нефти на водных объектах, наряду с материальными затратами в производственной сфере наносят значительный ущерб окружающей природной среде.

По характеру проявления ущерб (убытки), причиняемые окружающей среде, может быть прямым (видимым, в случае гибели рыбы, птиц) и косвенным (скрытым), который проявляется через значительный промежуток времени в виде снижения биологической продуктивности водного объекта, потерь ценных видов животного и растительного мира, рыб и других водных животных и растений.

В связи со сложностью определения всех последствий от нарушения водного законодательства, оценка убытков причиненных государству этим нарушением, принимается по приведенным затратам, необходимым для устранения отрицательных последствий.

3. Термины и определения

Убытки - потери в народном хозяйстве трудовых, материальных, финансовых и природных ресурсов, связанных с необходимостью ликвидации отрицательных последствий, связанных нарушением водного законодательства.

Загрязнение водных объектов - изменение состава воды в водных объектах под прямым или косвенным влиянием производственной или другой деятельности и бытового использования населением, в результате чего качество воды водных объектов не удовлетворяет требованиям, предъявляемым "Правилами охраны поверхностных вод".

Залповый сброс загрязняющих веществ - сброс загрязняющих веществ в концентрациях в 100 и более раз превышающих установленные.

Установившийся сброс загрязняющих веществ - любой сброс, не являющийся залповым.

Фоновый уровень - значение показателей качества воды водотока до поступления в него загрязняющих веществ от источника загрязнения.

4. Методика расчета

4.1. Размер убытков

Размер убытков при загрязнении водного объекта определяется в зависимости от времени нахождения в воде загрязнителя. В случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения, размер убытков устанавливается по формулам:

$$Y_{i,CH}^z = Y_i^z \left(1 - \sum \frac{\alpha_i}{100} \cdot K_{i,CH} \right); \quad (4.1)$$

или

$$Y_{i,CH}^y = Y_i^y \left(1 - \sum \frac{\alpha_i}{100} \cdot K_{i,CH} \right); \quad (4.2)$$

где $Y_{i,CH}^z$ - величина убытков, в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения при залповом сбросе i -го загрязненного вещества в водный объект, тыс. у.е.;

$Y_{i,CH}^y$ - величина убытков, в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения при установившемся сбросе i -го загрязняющего вещества в водные объекты, тыс. у.е.;

$K_{i,CH}$ - коэффициент снижения величины убытка при принятии мер по ликвидации последствий загрязнения определяемые по табл. 4.1 в зависимости от времени, прошедшего от окончания сброса до окончания сброса загрязняющего вещества;

α_i - процент собранного загрязняющего вещества за каждый i -ый промежуток времени сброса загрязнений, подтвержденный соответствующими документами.

α_i определяется по формуле:

$$\alpha_i = \frac{P_i}{P} \cdot 100\% \quad (4.3)$$

где P – общая масса сброшенного в водный объект нефтепродукта, т;
 P_i – масса собранного загрязняющего вещества за каждый i -ый промежуток времени сброса.

4.2. Величина убытков

Величина убытков при сбросе i -го загрязняющего вещества в водный объект определяется по формулам (4.4) и (4.5).

При залповом сбросе загрязняющих веществ:

$$Y_i^3 = Z_i^3 \cdot K_{кат} \quad (4.4)$$

При установившемся сбросе загрязняющих веществ:

$$Y_i^y = Z_i^y \cdot K_{кат} \quad (4.5)$$

где Y_i^3 - величина убытков от загрязнения водных объектов при залповом сбросе i -го загрязняющего вещества с учетом категории водного объекта, тыс. у.е.;

Y_i^y - величина убытков от загрязнения водных объектов при установившемся сбросе i -го загрязняющего вещества, тыс. у.е.;

Z_i^3 - величина убытков от загрязнения водных объектов при залповом сбросе i -го загрязняющего вещества, тыс. у.е. (для нефтепродуктов определяется в зависимости от массы загрязняющего вещества P_n по табл. 4.2);

Z_i^y - величина убытков от загрязнения водных объектов при установившемся сбросе i -го загрязняющего вещества, тыс. у.е. (для нефтепродуктов определяется в зависимости от массы загрязняющего вещества P_n по табл.4.3);

$K_{кат}$ - коэффициент, учитывающий категорию водного объекта, в который сбрасываются загрязняющие вещества (табл.4.4).

Таблица 4.1

Снижение величины убытков в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения водных объектов

Время ликвидации загрязнения, ч	Коэффициент снижения величины убытков, $K_{i,CH}$
До 6 включительно	0.800
более 6 до 12 включительно	0.650
— "" — 12 до 18 — "" —	0.500
— "" — 18 до 24 — "" —	0.463
— "" — 24 до 30 — "" —	0.434
— "" — 30 до 36 — "" —	0.412
— "" — 36 до 48 — "" —	0.368
— "" — 48 до 60 — "" —	0.364
— "" — 60 до 72 — "" —	0.346
— "" — 72 до 84 — "" —	0.331
— "" — 84 до 96 — "" —	0.320
— "" — 96 до 108 — "" —	0.310
— "" — 108 до 120 — "" —	0.301
— "" — 120 до 132 — "" —	0.293
— "" — 132 до 144 — "" —	0.287
— "" — 144 до 156 — "" —	0.280

—“”— 156 до 168 —“”—	0.275
—“”— 168 до 180 —“”—	0.270
—“”— 180 до 192 —“”—	0.266
—“”— 192 до 204 —“”—	0.262
—“”— 204 до 216 —“”—	0.258
—“”— 216 до 228 —“”—	0.254
—“”— 228 до 240 —“”—	0.250

*Время ликвидации загрязнения вод (t) рассчитывается как разница между временем, прошедшим с момента окончания сброса и временем окончания ликвидации загрязнения вод.

Таблица 4.2
Таблица для определения величины убытков от загрязнения водных объектов при залповом сбросе нефтепродуктов (Z_n^3)

P_H , т	Z_n^3 , тыс. у.е.	P_H , т	Z_n^3 , тыс. у.е.	P_H , т	Z_n^3 , тыс. у.е.
0,10	2,00	4,00	14,20	130	87,50
0,11	2,24	5,00	15,40	160	90,60
0,13	2,28	6,00	15,80	200	100,80
0,16	3,00	7,50	17,00	250	110,85
0,20	3,33	9,00	18,00	300	130,00
0,25	3,50	10,00	19,70	350	140,45
0,30	3,70	11,00	22,00	400	150,70
0,35	3,90	13,00	23,30	500	180,35
0,40	4,00	16,00	26,00	600	200,95
0,50	4,50	20,00	28,00	750	240,00
0,75	5,00	25,00	32,10	900	280,00
0,90	5,80	30,00	35,00	1000	310,00
1,00	6,00	35,00	36,70	1100	340,95
1,10	6,40	40,00	44,70	1300	400,80
1,30	6,90	50,00	46,90	1500	490,00
1,60	7,50	60,00	52,45	1800	610,60
2,00	8,87	75,00	56,20	2000	760,50
2,50	9,50	90,00	67,40	3000	910,75
3,00	12,00	100,00	73,10	3500	1060,75
3,50	13,00	110,00	79,10	4000	1210,00
				5000	1510,00

Примечание: Для определения промежуточных значений Z_n^3 , не вошедших в таблицу, рекомендуется применять интерполяцию между ближайшими значениями Z_n^3 .

При значениях $P_H < 0,10$ т величину убытков (Z_n^3) следует определять (в тыс. у.е.) по формуле: $Z_n^3 = 20$ (тыс. у.е./т) * P_H (т)

Таблица 4.3

Таблица для определения величины убытков от загрязнения водных объектов при установившемся сбросе нефтепродуктов (Z_n^y)

P_n , т	Z_n^y , тыс. у.е.	P_n , т	Z_n^y , тыс. у.е.	P_n , т	Z_n^y , тыс. у.е.
0,10	0,2	4,00	1,42	130	8,75
0,11	0,24	5,00	1,54	160	9,06
0,13	0,28	6,00	1,58	200	10,08
0,16	0,30	7,50	1,70	250	11,85
0,20	0,33	9,00	1,84	300	13,00
0,25	0,35	10,00	1,97	350	14,45
0,30	0,37	11,00	2,20	400	15,70
0,35	0,39	13,00	2,33	500	18,35
0,40	0,40	16,00	2,60	600	20,95
0,50	0,45	20,00	2,80	750	24,00
0,75	0,50	25,00	3,21	900	28,00
0,90	0,58	30,00	3,50	1000	31,00
1,00	0,60	35,00	3,67	1100	34,95
1,10	0,64	40,00	4,47	1300	40,80
1,30	0,69	50,00	4,69	1500	49,00
1,60	0,77	60,00	5,25	1800	61,60
2,00	0,87	75,00	5,62	2000	76,50
2,50	0,95	90,00	6,74	3000	91,75
3,00	1,20	100,00	7,31	3500	106,75
3,50	1,38	110,00	7,91	4000	121,00
				5000	151,00

Примечание: Для определения промежуточных значений Z_n^y , не вошедших в таблицу, рекомендуется применять интерполяцию между ближайшими значениями Z_n^y .

При значениях $P_n < 0,10$ т величину убытков (Z_n^y) следует определять (в тыс. у.е.) по формуле: $Z_n^y = 2$ (тыс. у.е. /т) · P_n (т)

При значениях $P_n > 5000$ т величину убытков (Z_n^y) следует определять (в тыс. у.е.) по формуле: $Z_n^y = 0,031$ (тыс. у.е. /т) · P_n (т)

Таблица 4.4

Зависимость коэффициента $K_{кат}$ от категории водного объекта в который сбрасываются загрязняющие вещества

Категория водного объекта	$K_{кат}$
1. Поверхностные водоемы и водотоки, используемые для рыбохозяйственных целей, децентрализованного или нецентрализованного хозяйственного питьевого водоснабжения населения, а также водоснабжения пищевых предприятий	1,1
2. Другие водные объекты	0,6

4.3. Определение массы сброшенных загрязняющих веществ

Определение массы сброшенных загрязняющих веществ, принимаемой для подсчета убытков от загрязнения водных объектов:

$$P_i = V_i(K_i^{\text{факт}} - K_i^{\text{доп}}) \cdot 10^{-6}, \text{т} \quad (4.6)$$

при $K_i^{\text{факт}} > K_i^{\text{доп}}$

где P_i – масса сброшенного i -го вида загрязняющего вещества, учитываемая при подсчете убытков, т;

V_i – объем сточных вод с превышенным содержанием i -го загрязняющего вещества, м³;

$K_i^{\text{факт}}$ – средняя за период сброса концентрация i -го загрязняющего вещества в контрольной точке, фактически зафиксированная в процессе нарушения водного законодательства, мг/л (г/м³);

$K_i^{\text{доп}}$ – допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества в контрольной точке, мг/л (г/м³);

i – вид загрязняющего вещества.

Определение массы разлитой нефти по инструментальным наблюдениям с учетом фонового загрязнения производится по формуле:

$$P_n = (P_{\text{пл.разл.}} - P_{\text{пл.фон}}) \cdot S_n \cdot 10^{-6} + (C_{\text{разл.}} - C_{\text{фон}}) \cdot V_n \cdot 10^{-6}, \text{т} \quad (4.7)$$

где P_n – масса разлитой нефти, т;

$P_{\text{пл.разл.}}$ – масса пленочной нефти на 1 м² разлива, г/м²;

$P_{\text{пл.фон}}$ – масса пленочной нефти на 1 м² акватории не подверженной влиянию разлива, г/м²;

S_n – площадь нефтяного разлива, м²;

$C_{\text{разл.}}$ – концентрация растворенной в воде нефти на глубине 1 м, г/м³;

$C_{\text{фон}}$ – концентрация растворенной в воде нефти на глубине 1 м за время предшествующее разливу, г/м³;

$V_n = S_n \cdot \delta$ – объем воды загрязненной растворенной нефтью, м³;

δ – толщина пленки нефти, м.

5. Пример расчета

В результате аварии нефтепровода в водохранилище произведен залповый сброс нефтепродуктов $P_n=100$ т. За 8 суток ($t=8 \times 24=192$ часа) после прекращения сброса было собрано $P_{\Sigma}=80$ т нефти, т.е. процент собранных нефтепродуктов от общего состава: $\alpha=(80 \times 100)/100=80\%$. При этом документами подтверждено, что за период $t_1=6$ часов, после прекращения сброса собрано $P_1=26$ т, а за следующие 6 часов ($t_2=t_1+n=12$ часов), было собрано $P_2=19$ т нефти.

Найти величину убытков от загрязнения водных объектов при залповом сбросе нефти с учетом его категории и в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения.

Найдем по формуле (4.3) процент собранного загрязняющего вещества за каждый i -ый промежуток времени сброса загрязнений в течении всего периода, подтвержденные соответствующими документами:

$$P_1=26\text{т}, \Rightarrow \alpha_1 = \frac{P_1}{P_H} \cdot 100 = \frac{26}{100} \cdot 100\% = 26\%,$$

Т.к. за $t_2=t_1+n=6+6=12$ часов было собрано 19т нефти \Rightarrow
 $\alpha_2 = \frac{P_2}{P_H} \cdot 100\% = 19\%.$

За все остальное время было собрано 104-26-19, тогда
 $\alpha_3 = \frac{P_{\Sigma} - P_1 - P_2}{P_H} \cdot 100\% = \frac{80 - 26 - 19}{100} \cdot 100\% = 35\%$

2. По табл. 4.1 устанавливаем коэффициент снижения убытков ($K_{сн}$):
при $t_1=6$ час $K_{сн}^1=0,8$,

при $t_2=12$ час, $K_{сн}^2=0,65$,

при $t_3=192$ час $K_{сн}^3=0,266$.

3. По табл. 4.2 при $P_H=100\text{т}$ находим $z_n^3=73,10$ тыс. у.е.

4. При $K_{кат}=1,1$ (см. табл.4.4) по формуле (4.4) найдем величину убытков от загрязнения водных объектов при залповом сбросе нефти с учетом его категории:

$$Y_n^3 = z_n^3 \cdot k_{кат} = 73,10 \cdot 1,1 = 80,41 \text{ тыс. у.е.}$$

5. Таким образом, по формуле (4.1) размер убытка в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения рассчитывается как:

$$Y_{i,сн} = Y_n^3 \cdot \left(1 - \frac{\alpha_1}{100} \cdot K_{сн}^1 - \frac{\alpha_2}{100} \cdot K_{сн}^2 - \frac{\alpha_3}{100} \cdot K_{сн}^3\right)$$

$$Y_{н,сн} = 80,41 \cdot (1 - 0,26 \cdot 0,8 - 0,19 \cdot 0,65 - 0,35 \cdot 0,266) = 46,267 \text{ тыс. у.е.}$$

6. Порядок оформления практической работы

6.1. Название работы

6.2. Цель работы

6.3. Краткая теоретическая часть (необязательна)

6.4. Условие задания

6.5. Ход работы

а) Расчет ущерба при загрязнении водного объекта

б) Описание аварийной ситуации

6.6. Выводы по работе

7. Контрольные вопросы

- 7.1. Какие бывают убытки?
- 7.2. Какой сброс загрязняющих веществ называется залповым, установившимся?
- 7.3. Что такое фоновый уровень?
- 7.4. Что такое α_i и как оно определяется?
- 7.5. Что такое $K_{i,сн}$ и от чего он зависит?
- 7.6. Что такое $K_{кат}$?
- 7.7. Как находится величина убытков $У_i^з$ от загрязнения водных объектов при залповом сбросе i -го загрязненного вещества с учетом категории водного объекта?
- 7.8. Как находится величина убытков $У_{i,сн}^у$, в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения при установившемся сбросе i -го загрязняющего вещества в водные объекты?

8. Варианты заданий к практической работе (табл.4.5-4.7)

А. В результате аварии нефтепровода в водный объект произведен залповый сброс нефтепродуктов P_n , т. За t суток после прекращения сброса было собрано P_{Σ} , т нефти. При этом соответствующими документами подтверждено, что за период t_1 , после прекращения сброса собрано P_1 , т, а за следующие n часов ($t_2 = t_1 + n$), было собрано P_2 , т. нефти. Найти величину убытков от загрязнения водных объектов при залповом сбросе нефти с учетом его категории и в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения.

Таблица 4.5

Варианты заданий

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_n , т	110	160	50	75	200	140	50	75	200
t , сут.	8	10	1	2	3	8	1	2	3
P_{Σ} , т	90	130	35	50	170	110	35	50	170
t_1 , ч	6	8	10	8	16	8	10	8	16
P_1 , т	21	40	10	10	100	60	10	10	100
n , ч	10	15	12	16	15	14	13	12	11
P_2 , т	19	40	8	10	50	30	10	15	60

Б: В результате аварии на нефтеперерабатывающем заводе в поверхностный водоем произведен залповый сброс нефтепродуктов P_n . За t суток после прекращения сброса было собрано P_{Σ} , т. нефти. При этом соответствующими документами подтверждено, что за период t_1 , часов, после прекращения сброса собрано P_1 , т, а за следующие n часов, было собрано P_2 , т. нефти. Найти величину убытков от загрязнения

водных объектов при залповом сбросе нефти с учетом его категории и в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения.

Таблица 4.6

Варианты заданий

вариант	10	11	12	13	14	15	16	17	18
P_n , т	100	110	120	130	140	150	160	170	180
t , сут.	6	7	7	8	8	9	9	10	10
P_{Σ} , т	95	100	105	105	110	110	120	120	130
t_1 , ч	8	8	9	9	10	10	11	11	12
P_1 , т	25	30	30	40	40	50	50	50	60
n , ч	12	12	13	13	14	14	15	15	15
P_2 , т	12	16	20	20	30	30	40	50	60

В: В результате аварии нефтепровода в рыбохозяйственный водоем произведен залповый сброс нефтепродуктов P_n . За 5 суток после прекращения сброса было собрано P_{Σ} т. нефти. При этом соответствующими документами подтверждено, что за период t_1 , часов, после прекращения сброса собрано P_1 , т., а за следующие n часов, было собрано P_2 т. нефти. Найти величину убытков от загрязнения водного объекта нефтепродуктами. Как изменится величина убытков, если в водоем попало такое же количество нефти при установившемся сбросе?

Таблица 4.7

Варианты заданий

вариант	19	20	21	22	23	24	25	26	27
P_n , т	75	80	80	85	90	90	90	95	100
t , сут.	5	5	6	6	7	7	8	9	9
P_{Σ} , т	71	73	75	80	80	85	85	90	90
t_1 , ч	12	13	13	14	14	15	15	16	16
P_1 , т	35	40	40	40	50	50	50	50	50
n , ч	20	20	21	16	15	14	13	12	11
P_2 , т	20	30	32	30	20	30	30	35	35

Практическая работа №5

Расчет штрафа за сверхнормативное загрязнение атмосферного воздуха

Цель работы – изучить методику расчета штрафа за сверхнормативное загрязнение атмосферного воздуха и научиться применять ее на практике.

1. Общие сведения

Под загрязнением атмосферного воздуха следует понимать любое изменение его состава и свойств, которое оказывает негативное влияние на здоровье человека и животных, состояние растений и экосистем.

Источники загрязнений - теплоэлектростанции, которые вместе с дымом выбрасывают в воздух сернистый и углекислый газ, металлургические предприятия, особенно цветной металлургии, которые выбрасывают в воздух окислы азота, сероводород, хлор, фтор, аммиак, соединения фосфора, частицы и соединения ртути и мышьяка; химические и цементные заводы. Вредные газы попадают в воздух в результате сжигания топлива для нужд промышленности, отопления жилищ, работы транспорта, сжигания и переработки бытовых и промышленных отходов.

Атмосферные загрязнители разделяют на первичные, поступающие непосредственно в атмосферу, и вторичные, являющиеся результатом превращения последних. Так, поступающий в атмосферу сернистый газ окисляется до серного ангидрида, который взаимодействует с парами воды и образует капельки серной кислоты. При взаимодействии серного ангидрида с аммиаком образуются кристаллы сульфата аммония. Подобным образом, в результате химических, фотохимических, физико-химических реакций между загрязняющими веществами и компонентами атмосферы, образуются другие вторичные признаки.

Загрязнением атмосферы обусловлено до 30% общих заболеваний населения промышленных центров. По данным академика В.Ф.Логинова [6] 7 министерств и ведомств Беларуси, предприятия и объекты которых вносят наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха:

- концерн «Белнефтехим»;
- концерн «Белтопэнерго»;
- министерство промышленности;
- министерство сельского хозяйства и продовольствия;
- министерство строительства и архитектуры;
- предприятие «Белтрансгаз»;
- концерн «Беллесбумпром».

Методика расчета и предъявления претензий и исков за сверхнормативное загрязнение атмосферного воздуха разработана в БелНИЦ «Экология» и утверждена Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Беларуси [7].

Источники выбросов не облагаются штрафом в случае, если предприятие согласовало сверхлимитный выброс в связи с каким-то особым положением (авария на производстве, срочный заказ, внезапное разрушение очистных сооружений). В этих случаях возможны временно согласованные выбросы (ВСВ). Несогласованные сверхлимитные выбросы оплачиваются в **пятнадцатикратном** размере по сравнению с обычным налогом.

Если проводящие мониторинг контролирующие органы, инструментальным или расчетным путем выявили наличие незаявленных источников или ингредиентов на предприятии, наличие которых привело к превышению ПДВ (ВСВ), то предприятие штрафуются уполномоченными государственными органами. Штраф налагается независимо от того, сознательным ли было сокрытие или по некомпетентности. Разумеется, штрафные суммы не идут в зачет экологического налога.

При отказе от добровольной оплаты дело в течение месяца передается в суд, при повторном нарушении размер штрафа увеличивается вдвое.

2.Методика

Сумма штрафа за сверхнормативное загрязнение атмосферного воздуха может быть определена по формуле:

$$C_{ij} = 15 \cdot H_i^m \cdot d_{ji} \cdot (K_{ij}^n \cdot 1,5) \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (5.1)$$

где C_{ij} – сумма за превышение i -ого загрязнения из j -того источника, у.е.;

15 – кратность за сверхнормативное превышение;

H_i^m – расчетная сумма месячного экологического налога за i -тое вещество в пределах лимита в целом по предприятию, у.е.;

d_{ij} – доля i -того вещества j -того источника в ПДВ этого вещества в целом по предприятию;

K_{ij}^n – степень превышения;

K_3 – коэффициент экологической значимости территории в зависимости от количества жителей.

Таблица 5.1

Коэффициент экологической значимости территории (K_3)

Население, тыс.ч	До 25	26- 50	51- 100	101- 200	201- 300	301- 400	401- 500	501- 1000	Более 1млн.
K_3	1	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	5,5	6,0	6,6

K_u - ценовой коэффициент учитывает изменение минимальной заработной платы и представляет собой ее отношение при выявлении факта нарушения к ней же при установлении налога:

$$K_u = \frac{z_{\text{факт}}}{z_{\text{б}}} \quad (5.2)$$

3. Пример расчета

Городская экологическая инспекция в результате проверки завода обнаружила в j -той трубе превышение выброса метана (IV класс опасности) в 3 раза. Выброс через j -тую трубу составляет 1/4 общезаводского выброса. Факт превышения обнаружен в сентябре, экологический налог установлен в марте, за это время минимальная зарплата возросла в 2 раза. Население города-140 тыс. человек. Расчет проводим по формуле (5.1):

$$C_{ij} = 15 \cdot H_i^m \cdot d_{ji} \cdot (K_{ij}^n \cdot 1,5) \cdot K_s \cdot K_u = 15 \cdot H_i^m \cdot 0,25 \cdot (3 \cdot 1,5) \cdot 3,0 \cdot 2 = 101,25 H_i^m$$

Вывод: предприятие обязано заплатить штраф, превышающий 100 обычных месячных налогов.

4. Порядок оформления практической работы

- 4.1. Название работы
- 4.2. Цель работы
- 4.4. Условие задания
- 4.5. Расчет
- 4.6. Выводы по работе

5. Контрольные вопросы

- 8.1. Как зависит величина налога за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ от их класса опасности?
- 8.2. Перечислите какие выбросы следует считать несанкционированными?
- 8.3. Что такое коэффициент экологической значимости территории?
- 8.4. Изменится ли порядок расчета если предприятие имеет не один источник выброса, а несколько мелких, считающихся одним источником?
- 8.5. Назовите основные компоненты газовых выбросов различных участков машиностроительных предприятий (литья, проката, очистки деталей, шлифовки, токарной обработки,ковки, штамповки).
- 8.6. Назовите основные компоненты газовых выбросов крупнейших предприятий региона. Что Вам известно об их классах опасности?
- 8.7. От чего зависит превышение лимитов предельно-допустимых выбросов (ПДВ)?
- 8.8. Кто контролирует ПДВ?

6. Варианты заданий к практической работе (табл.5.2)

Определить размер штрафа за выброс из j -той трубы вещества A , причем выброс этого вещества из этой трубы составляет $d, \%$ от общего количества вещества A , выбрасываемого предприятием, а превышение допустимого лимита равно n , ценовой коэффициент K_u . Предприятие расположено в населенном пункте, в котором проживает X тыс. жителей.

Таблица 5.2

Варианты заданий

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
A	ДХЭ	SO ₂	Гидра зин	ГКХ	NO ₂	ТЭС	H ₂ SO ₄	фенол
$d, \%$	50	40	35	20	30	40	30	20
K_u	1,5	3	2	2	3	2	3	2
n	2	2	3	3	3	2	4	3
X , тыс.	400	40	100	1000	500	300	600	200
Вариант	9	10	11	12	13	14	15	16
A	хлор	HNO ₃	H ₂ S	ДХЭ	АН	ГКХ	NO ₂	SO ₂
$d, \%$	20	20	30	40	50	40	50	30
K_u	2,5	2	3	2	4	1,5	3	3
n	3	2	2	3	3	2	2	2
X	400	100	1000	500	300	50	100	800

Примечание: ДХЭ- дихлорэтан; ГКХ- гексахлоран; ТЭС- тетраэтилсвинец; АН- акрилонитрил.

Практическая работа № 6 Распределение ресурсов

Цель работы: изучить методику решения задач по оптимизации распределения ресурсов.

1. Общие сведения

Большое число задач, возникающих на производстве и связанных с ресурсосбережением, относятся к классу задач линейного программирования, в том числе задача распределения ресурсов. При этом возможна лишь одна из двух взаимоисключаемых постановок: при заданных ресурсах необходимо *максимизировать* получаемый результат, либо при заданном результате *минимизировать* объёмы используемых ресурсов [8,9].

2. Методика расчета

Методику расчета рассмотрим на примере.

Пример. Требуется определить план (рациональную программу) выпуска 4 видов продукции P_1, P_2, P_3 и P_4 , для изготовления которых необходимы ресурсы трёх типов. В качестве ресурсов могут выступать трудовые, материальные, природные, финансовые и т. п.

Количество каждого типа i -го ресурса для изготовления каждого j -го вида продукции называется *нормой расхода* и обозначается a_{ij} . Количество каждого типа ресурса, которым располагает предприятие, обозначается – b_i . Исходные данные значений a_{ij} и b_i с учётом программы выпуска продукции x_i и возможной прибыли от реализации продукции (в условных единицах – у. е.) приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Исходные данные

Тип ресурсов	Вид продукции				Располагаемый ресурс, b_i
	P_1	P_2	P_3	P_4	
1	1,5	3,0	4,5	6,0	60
2	9,0	7,5	6,0	4,5	165
3	6,0	9,0	12,0	18,0	150
Граница выпуска: нижняя / верхняя	$\frac{1}{8}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{2}{-}$	$\frac{3}{3}$	
Прибыль (д.е. за ед. продукции)	100	110	120	130	
Программа (кол-во ед. продукции)	x_1	x_2	x_3	x_4	

Таким образом, для того чтобы выпустить единицу продукции P_2 , требуется 3,0 единицы первого типа ресурса, 7,5 – второго и 9,0 – третьего. Искомая рациональная программа в количестве единиц про-

дукции (штуки) обозначается x_1, x_2, x_3, x_4 соответственно. На основании исходных данных составляются уравнения для дальнейших расчётов.

Потребный ресурс первого типа по всем видам продукции:

$$1,5x_1 + 3,0x_2 + 4,5x_3 + 6,0x_4,$$

но он не может превышать располагаемый объём данного ресурса, имеющийся в наличии у предприятия:

$$1,5x_1 + 3,0x_2 + 4,5x_3 + 6,0x_4 \leq 60.$$

При составлении подобным образом уравнений для других типов ресурсов, получается система с учётом ограничений по верхней и нижней границам выпуска:

$$\begin{cases} 1,5x_1 + 3,0x_2 + 4,5x_3 + 6,0x_4 \leq 60, \\ 9,0x_1 + 7,5x_2 + 6,0x_3 + 4,6x_4 \leq 165, \\ 6,0x_1 + 9,0x_2 + 12,0x_3 + 18,0x_4 \leq 150, \\ 1 \leq x_1 \leq 8, x_2 \geq 0, x_3 \geq 2, x_4 = 3 \end{cases} \quad (6.1)$$

В этой системе неравенств, которые устанавливают зависимости для ресурсов, выступают *ограничениями*, а предельно допустимые значения переменных (нижняя строка) – *граничными условиями*.

В ограничениях левые части неравенства представляют собой потребные ресурсы для производства продукции – a_{ij} , а правые – располагаемые предприятием – b_i .

Если в неравенства ввести дополнительные переменные:

$y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, y_3 \geq 0$, то система (6.1) записывается так:

$$\begin{cases} 1,5x_1 + 3,0x_2 + 4,5x_3 + 6,0x_4 + y_1 = 60, \\ 9,0x_1 + 7,5x_2 + 6,0x_3 + 4,6x_4 + y_2 = 165, \\ 6,0x_1 + 9,0x_2 + 12,0x_3 + 18,0x_4 + y_3 = 150, \end{cases} \quad (6.2)$$

В системе (6.2) дополнительные переменные (y_i) представляют собой разность между располагаемым ресурсом и потреблённым и, следовательно, равны неиспользованному ресурсу в процессе выполнения программы. Иными словами, дополнительные переменные – это *резервы* каждого типа ресурсов:

$$\begin{cases} y_1 = 60 - 1,5x_1 + 3,0x_2 + 4,5x_3 + 6,0x_4, \\ y_2 = 165 - 9,0x_1 + 7,5x_2 + 6,0x_3 + 4,6x_4, \\ y_3 = 150 - 6,0x_1 + 9,0x_2 + 12,0x_3 + 18,0x_4, \end{cases}$$

Система (6.1) содержит три уравнения и четыре неизвестных, поэтому она имеет бесчисленное множество решений, а поскольку в задаче определяется рациональная программа выпуска продукции, то все эти решения будут представлять собой различные варианты программы.

Из этого множества решений надо выбрать наилучшее, что сделать можно, но для этого необходимо сформулировать задачу оптимизации распределения ресурсов исходя из положения, что возможна лишь одна из двух взаимоисключаемых постановок:

- при заданных ресурсах *максимизировать* получаемый результат
- либо при заданном результате *минимизировать* объёмы используемых ресурсов.

При такой постановке можно предусмотреть для решения рассматриваемого примера: а) максимизацию прибыли или сумму выпуска единиц продукции при заданных ресурсах, б) минимизацию ресурсов при заданной прибыли или единиц выпускаемой продукции.

Для решения задачи таким образом в той или иной её постановке необходимы дополнительные данные.

Для первого случая (максимизация) необходимо знать прибыль, получаемую с единицы продукции (см.табл. 6.1) прибыль задана, соответственно от вида продукции 100, 110, 120 и 130 д.е.). Исходя из этого, к системе уравнений (6.1) добавляется *целевая функция*

$$100x_1 + 110x_2 + 120x_3 + 130x_4 \rightarrow \max. \quad (6.3)$$

Для второй постановки необходимо знание желаемой или требуемой прибыли. Пусть она равна 1500 д.е. Поскольку y_1 , y_2 и y_3 представляют собой резервы ресурсов, то максимизация их суммы обеспечивает минимизацию используемых ресурсов:

$$y_1 + y_2 + y_3 \rightarrow \max, \quad (6.4)$$

Тогда с учётом максимизации резервов ограничение по прибыли рассчитывается по формуле (6.3):

$$100x_1 + 110x_2 + 120x_3 + 130x_4 \geq 1500.$$

Система (6.1) и целевая функция примера в компактном виде представляются следующим образом:

$$\begin{aligned} F = \sum c_j \cdot x_j \rightarrow \max \text{ при } j = 1, \dots, 4, \\ \sum a_{1j} \cdot x_j \leq b_1, \\ \sum a_{2j} \cdot x_j \leq b_2, \\ \sum a_{3j} \cdot x_j \leq b_3, \\ d_j \leq x_j \leq D_j. \end{aligned}$$

В общем случае, с числом переменных n и ограничений m математическая модель задачи распределения ресурсов

$$\begin{aligned} F = \sum c_j \cdot x_j \rightarrow \max \text{ при } j = 1, \dots, n, \\ \sum a_{ij} \cdot x_j \leq b_i, \text{ при } i = 1, \dots, m, \\ d_j \leq x_j \leq D_j. \end{aligned} \quad (6.5)$$

где c_j – коэффициент в целевой функции (в данном случае прибыль в абсолютных величинах), a_{ij} – норма расхода i -го ресурса для

выпуска единицы j -го продукта, b_i – располагаемые ресурсы всех типов, d_j и D_j – минимально и максимально допустимые значения x_j , т. е. выпуск единиц продукции не менее, но и не более того, что показано в ограничении, x_j – количество единиц продукции j -го вида (шт., кг, м², руб. и т. д.).

Задачи линейного программирования могут решаться аналитическими и графическими методами. Аналитические методы, которые представляют собой последовательность вычислений по некоторым правилам (алгоритму), являются основой для решения задачи на ЭВМ. Единственный недостаток этих методов – их малая наглядность (все расчёты происходят в ЭВМ).

Графические методы наглядны, но они пригодны для решения задач только на плоскости (или в трёх координатах, что усложняет само решение и снижает наглядность), т. е. когда мерность пространства $n = 2$. Рассмотрим пример, решение задачи распределения ресурсов по исходным данным (табл. 6.2).

Таблица 6.2

Исходные данные

Тип ресурсов	Вид продукции		Располагаемый ресурс
	P_1	P_2	
1	1,5	6,0	21,0
2	4,5	6,0	27,0
3	9,0	3,0	40,5
Нижняя граница выпуска	1	0	–
Прибыль, д.е.	4,5	8,2	–
Программа	x_1	x_2	–

Примечание: Верхняя граница не ограничивается.

Составляется математическая модель – система уравнений, подобная системе (6.1):

$$\begin{cases} 1,5x_1 + 6,0x_2 \leq 21,0, \\ 4,5x_1 + 6,0x_2 \leq 27,0, \\ 9,0x_1 + 3,0x_2 \leq 40,5, \\ x_1 \geq 1, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad (6.6)$$

Для удобства построения графика неравенства системы (6.6) записываются в форме *уравнений в отрезках* (путём деления коэффициентов на свободный член), где делители равны отсечениям на осях координат. На рис. 6.1 показана только нижняя часть графика для более чёткого выделения области допустимых решений (ОДР):

$$\begin{cases} \frac{x_1}{14} + \frac{x_2}{7/2} \leq 1, \\ \frac{x_1}{6} + \frac{x_2}{9/2} \leq 1, \\ \frac{x_1}{9/2} + \frac{x_2}{27/2} \leq 1, \\ x_1 \geq 1, x_2 \geq 0 \end{cases}, \quad (6.7)$$

Если уравнение с двумя переменными может быть представлено на графике в виде прямой на плоскости, то неравенство изображается как полуплоскость; та часть плоскости, которая не удовлетворяет неравенству, не заштрихована, а координаты всех точек, принадлежащих заштрихованной полуплоскости, имеют такие значения x_1 и x_2 , которые удовлетворяют заданному неравенству. Эти значения образуют *область допустимых решений* (ОДР).

В задаче линейного программирования все числа положительные ($x_1 \geq 1, x_2 \geq 0$), поэтому ОДР ограничивается и осями координат.

Решением системы (6.7) неравенств будут координаты всех точек, принадлежащих ОДР, т. е. многоугольнику $OABCD$ (см. рис.6.1). Но поскольку в образовавшейся ОДР бесчисленное множество точек решения, то и задача имеет такое же множество допустимых решений и, как следствие, не все они будут оптимальными.

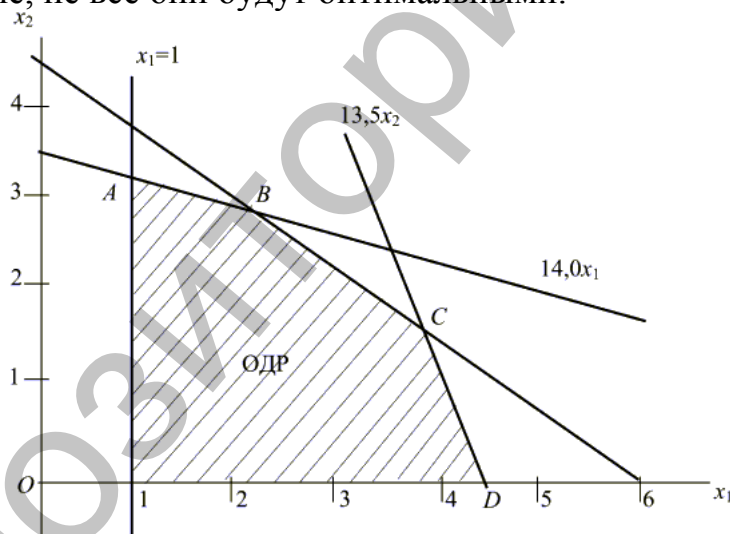


Рис. 6.1. График определения области допустимых решений в задаче распределения ресурсов

Могут быть предложены следующие подходы для нахождения оптимальных решений:

- *максимизировать* суммарный выпуск продукции, при этом целевая функция

$$F_1 = x_1 + x_2 \rightarrow \max,$$

или в форме уравнений прямой

$$x_2 = F_1 - x_1 \text{ или } x_1 = F_1 - x_2;$$

- *максимизировать* прибыль, при этом целевая функция

$$F_2 = 4,5x_1 + 8,2x_2 \rightarrow \max.$$

В обоих случаях максимизации целевая функция стремится к максимуму, поэтому линию, изображающую эту функцию, передвигают на графике (рис.6.1) в направлении увеличения F_1 и F_2 ;

• если необходимо *минимизировать* использование ресурсов, то целевая функция

$$F_3 = (1,5 + 4,5 + 9,0)x_1 + (6,0 + 6,0 + 3,0)x_2 \rightarrow \min.$$

В этом случае линия стремится к минимуму, и передвигается в направлении уменьшения F_3 .

Решение задачи распределения ресурсов после всех построений на графике выполняется в следующем порядке.

1. Найти вершины ОДР как точки пересечения ограничений (линий между собой и осями).
2. Последовательно определить значения целевых функций в вершинах ОДР.
3. Вершина, в которой целевая функция приобретает оптимальное (максимальное или минимальное) значение, является оптимальной вершиной.
4. Координаты оптимальной вершины являются оптимальными значениями искомых переменных.

Данные расчётов рассматриваемого примера сведены в табл. 6.3. Из табл. 6.3 видно, что максимум выпуска продукции (в штучном исполнении) возможен в вершине C (5 ед.), когда выпуск характеризуется программой $x_1 = 4, x_2 = 1$, а использование ресурсов 85% (15% – резерв) от общего их объёма (75 единиц). Однако максимум прибыли можно ожидать в вершине A – 29,1 д.е., т. е. в программе $x_1 = 1, x_2 = 4$, при этом в резерве остаются $(100 - 68) 32\%$ ресурсов, что также следует учитывать при выборе оптимальной программы выпуска и считать в каждом конкретном случае, что выгоднее. Минимальные ресурсы потребляются при выполнении граничной программы – вершина O ($x_1 = 1, x_2 = 0$).

Таблица 6.3

Решение задачи распределения ресурсов (единицы продукции – целые числа, штуки)

Вершины ОДР	x_1	x_2	$x_1 + x_2$	Прибыль	Использованные ресурсы	
					единицы	%
A	1	3	4	29,1	60,0	68
B	2	2	4	27,4	60,0	68
C	4	1	5	26,2	75,0	85
D	4	0	4	18,0	60,0	68
O	1	0	1	4,5	15,0	17

Если при выпуске продукции её единицы могут принимать нецелые значения (скажем, единица стоимости или тысяч штук), то про-

цент использования ресурсов повышается за счёт увеличения программы (табл. 6.4).

Таблица 6.4

Решение задачи распределения ресурсов (единицы – нецелые числа)

Вершины ОДР	x_1	x_2	$x_1 + x_2$	Прибыль	Использованные ресурсы	
					единицы	%
<i>A</i>	1,0	3,2	4,3	31,6	64,5	73,0
<i>B</i>	2,2	2,8	5,0	32,9	75,0	85,0
<i>C</i>	4,0	1,5	5,5	30,3	82,5	93,0
<i>D</i>	4,5	0	4,5	20,3	67,6	77,5
<i>O</i>	1,0	0	1,0	4,5	15,0	17,0

3. Порядок оформления практической работы

3.1. Название работы, цель работы.

3.2. Исходные данные (представляются в виде табл. 6.2).

3.4. Ход работы.

а) составляются неравенства (6.6) и (6.7);

б) строится график (аналог рис. 6.1);

в) представляются целевые функции F_1 и F_2 .

3.5. Результаты расчётов (сводятся в табл. 6.3 и 6.4).

3.6. Вывод.

Примечание: В зависимости от уровня подготовки обучаемых в работе предусмотрена вариативность заданий по степени сложности.

4. Варианты заданий к практической работе (см. табл.6.5)

Таблица 6.5

Варианты заданий

№ п/п	Тип ресурсов	Вид продукции		Располагаемый ресурс, b_i	Граница (min/max) P_1 P_2	Прибыль P_1 P_2
		P_1	P_2			
01	1	12,0	13,0	90,0		
	2	1,2	3,0	18,0	1 / -	6,0
	3	6,0	2,5	30,0	0 / -	4,6
02	1	2,0	6,0	37,0		
	2	8,0	4,0	40,0	0 / 0,7	23,5
	3	30,0	26,0	180,0	0 / 2,3	14,0
03	1	38,0	55,0	450,0	0 / -	
	2	9,0	20,0	140,0	1 / 3,4	7,0
	3	16,5	13,5	180,0		16,0
04	1	39,0	12,0	240,0	1 / -	
	2	27,0	26,0	210,0	0 / -	5,5
	3	6,0	20,0	120,0		6,5

05	1	30,0	50,0	375,0	1,3 / -	16,2 8,8
	2	21,0	15,0	120,0	0 / -	
	3	2,0	0,5	10,0		
06	1	15,0	5,0	50,0	0 / -	11,2 4,9
	2	2,0	4,5	17,5	0,8 / -	
	3	32,0	35,0	160,0		
07	1	3,5	3,0	18,5	0 / -	4,2 3,8
	2	8,0	20,0	90,0	0 / -	
	3	24,0	10,0	100,0		
08	1	4,0	21,4	94,0	0,7 / 3,4	6,6 4,3
	2	5,5	9,6	48,0	0 / -	
	3	3,6	2,2	24,0		
09	1	12,5	25,0	137,0	0 / -	9,3 4,6
	2	3,5	4,7	35,0	0 / 4	
	3	3,0	9,0	45,0		
10	1	12,0	27,6	180,0	0,9 / 3,2	0,7 0,2
	2	7,5	10,0	75,0	0 / -	
	3	22,0	10,0	160,0		
11	1	12,0	5,0	80,0	1 / -	9,2 3,8
	2	5,7	7,3	51,0	1,3 / -	
	3	6,0	20,0	100,0		
12	1	27,0	18,0	54,0	0 / -	7,0 21,0
	2	3,0	5,0	10,0	0,2 / -	
	3	9,0	1,0	15,0		
13	1	64,0	70,0	620,0	0,4 / 5,2	4,6 2,8
	2	188,0	90,0	1600,0	0 / -	
	3	23,0	42,0	295,0		
14	1	10,4	24,0	140,0	1 / -	6,0 0,9
	2	2,5	2,8	19,5	1,3 / -	
	3	2,55	0,72	16,0		
15	1	4,1	3,9	44,0	1,7 / 3,0	8,3 13,2
	2	0,9	0,4	8,0	0 / -	
	3	2,0	6,1	44,0		
16	1	1,0	4,0	23,0	1 / -	7,0 12,0
	2	18,0	26,0	200,0	0 / 5,7	
	3	0,5	0,65	5,0		
17	1	20,0	25,0	205,0		4,5 7,3
	2	6,8	4,0	54,0	1 / 5,5	
	3	1,0	2,5	17,0	0 / -	
18	1	5,2	8,0	72,0	0 / 7,7	0,4 3,0
	2	8,0	4,0	60,0	0 / -	
	3	0,7	0,55	6,0		
19	1	4,5	7,0	70,0	1 / -	6,0 9,0
	2	10,0	5,0	90,0	1 / -	
	3	28,0	25,0	300,0		

*Примечание: «-» в графе «Граница» показывает, что верхняя граница не ограничена.

Практическая работа №7

Оптимизация задач «согласия»

Цель работы: изучить методику решения задач «согласия» направленных на выяснение взаимоотношений общества, природопользования и экономики.

1. Общие сведения

Интересы отдельных предприятий, использующих природные ресурсы, никогда не совпадают или имеют различия, так как их развитие подчинено своим конкретным целям. Такое положение дел носит *конфликтный* характер [8]. Любое *коллективное* решение в конфликтной ситуации всегда является *компромиссом*, когда каждый субъект должен чем-то поступиться ради чего-то.

В антагонистических ситуациях компромисс, по-видимому, невозможен, поскольку всякое решение, выгодное одной из сторон, может быть заведомо невыгодно или неприемлемо по какой-либо причине другой стороне. Так что выбор компромисса совсем непростое дело. Для того чтобы быть принятым всеми субъектами-природопользователями, коллективное решение должно обладать некоторыми, по крайней мере, двумя специфическими свойствами.

1. Коллективное решение должно быть выгодным всем участникам конфликта, иначе им незачем вступать в кооперацию. Мало того, если кто-то из них будет нарушать договорные обязательства, то он и должен страдать в первую очередь. Только в таком случае возможна определённая гарантия выполнения каждым своих обязательств. Такой компромисс принято называть *устойчивым*.

2. Компромисс должен быть *эффективным*, т. е. для того чтобы рассчитывать на безоговорочное принятие коллективного решения всеми субъектами-природопользователями, одной устойчивости мало. Под эффективным компромиссом понимается такой, который для всех участников конфликта нельзя улучшить сразу, а только со временем.

Устойчивый и эффективный компромисс накладывает на участников соглашения определённые обязательства, заставляет их действовать вполне определённым образом. Совокупность таких кооперативных соглашений называется *согласием* в природопользовании. Считается, что структура противоречий, связанных с экологическими проблемами, не строго антагонистична с математической точки зрения, и в перечне интересов участников конфликта всегда есть общие составляющие.

2. Методика расчета

Методика расчета приводится на частном примере. Предполагается, что два независимых предприятия **A** и **B** связаны с потреблением

одного природного ресурса – воды. Каждое предприятие имеет главную цель – предельно увеличить собственную прибыль. Но для производства им нужна чистая вода – одному больше, другому меньше, и, так или иначе, каждому из них приходится выделять часть средств из собственного бюджета на очистку общего водоёма или создание очистных сооружений. Считается, что качество воды зависит не только от одного субъекта, но и от его партнёра, так как они используют одну и ту же воду.

Возникает задача – создать такую систему (модель) отчислений на очистку воды, которая была бы этим предприятиям выгодна и даже оптимальна, чтобы никому из них было невыгодно отклоняться от принятых договорных отношений.

При этом считается, что чем больше партнёры выделяют денег (или других ресурсов) на очистку воды, тем она будет чище (*условие монотонности*).

Каждое предприятие обладает некоторым ресурсом. Пусть это будут деньги (в реальной жизни многообразие ресурсов). Обозначим количество денег через K_A и K_B , соответственно, по предприятиям **A** и **B**, через Y_A и Y_B – те доли (части) ресурсов, которые руководители предприятий **A** и **B** предполагают вложить в развитие своих предприятий, а через X_A и X_B – доли ресурсов, которые собираются использовать для очистки воды (предполагается, что других затрат у предприятий нет). Тогда очевидны следующие балансы:

$$Y_A + X_A = K_A, Y_B + X_B = K_B \text{ или } X_A = K_A - Y_A, X_B = K_B - Y_B.$$

Выделяя деньги на развитие или реконструкцию своего предприятия, руководство должно знать (прогнозировать) эффект, который оно получит в результате такой деятельности; предполагается, что этот эффект будет монотонно зависеть от величины инвестиций, т. е. от Y_A или Y_B . Эффекты обозначаются как P_A и P_B (прибыль), кроме того, считается, что качество воды F будет зависеть также монотонно от количества средств, вложенных обоими партнёрами в очистку воды. Формально это записывается так:

$$F = F(X_A, X_B) = F(K_A - Y_A, K_B - Y_B); \quad F = f(X_A, X_B).$$

Эта функция будет монотонно возрастающей по каждой из переменных X_A и X_B , соответственно, монотонно убывающей по Y_A и Y_B .

Поскольку интересы предприятий заключаются в предельном увеличении прибыли, то:

$$P_A(Y_A) \rightarrow \max \text{ при } F(K_A - Y_A, K_B - Y_B) \rightarrow \max,$$

$$P_B(Y_B) \rightarrow \max \text{ при } F(K_A - Y_A, K_B - Y_B) \rightarrow \max$$

а это означает, что каждое предприятие стремится максимизировать и свою прибыль, и чистоту воды F . Они не могут этого делать независимо друг от друга, поскольку качество воды зависит от их совместных действий.

Тем не менее, для математического описания действия предприятий необходимо считать их независимыми друг от друга. Тогда, на определенном этапе построения эколого-экономической модели согласия предполагается, что предприятию **A** известны действия партнера – ему известна (зафиксирована) величина $K_B - Y_B$, то количество денег, которое предприятие **B** предполагает вложить в очистку воды. Только теперь предприятие **A** становится независимым от партнера и вольно решать, каким образом разделить свои ресурсы K_A на увеличение прибыли и очистку воды. Но каким образом?

Оказывается, некоторые моменты построения эколого-экономической модели и ее решения не могут осуществляться чисто средствами математики, а требуют дополнительных экологических или экономических, а иногда и социальных гипотез.

В задаче согласия идея такой дополнительной гипотезы заключается в умении руководителей предприятия *соизмерять* свои интересы для достижения поставленных целей путём создания общей (соизмеримой) шкалы оценки результатов. Для этого вводится коэффициент λ_A , соизмеряющий критерии P_A и F , которые теперь можно представить как $\lambda_A P_A$ и F , полагая, что и $\lambda_A P_A$ и F по величине имеют один порядок (по шкале оценок). Чем меньше λ_A , тем больше руководство субъекта **A** придаёт значение своему внутреннему (по сути эгоистическому) критерию P_A и, тем самым, меньше выделяет денег на очистку воды.

Соизмеримость критериев $\lambda_A P_A$ и F позволяет заменить их одним:

$M_A = \min \{ \lambda_A P_A, F \}$, где новый критерий M_A определяется наименьшим значением чисел $\lambda_A P_A(Y_A)$ и $F(Y_A, Y_B)$, при этом величина Y_B считается фиксированной (рис. 7.1).

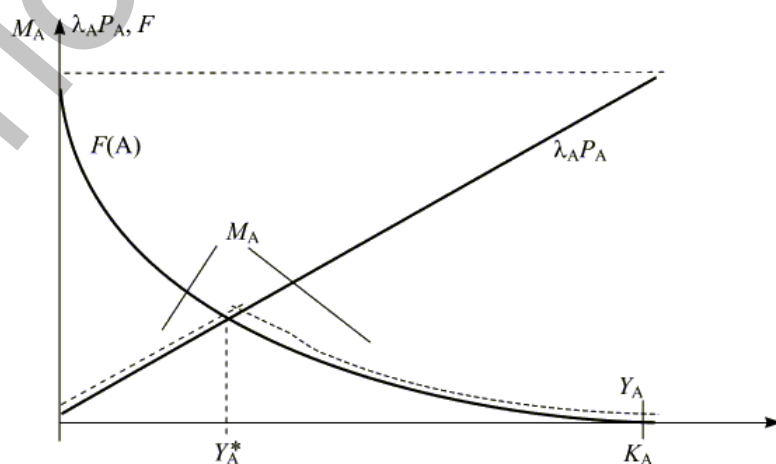


Рис. 7.1. Графическое представление критерия M_A

Как видно из рис.7.1, $\lambda_A P_A(Y_A)$ монотонно возрастает вместе с ростом капиталовложений Y_A , тогда как F (степень очистки воды) будет монотонно убывающей функцией от Y_A , поскольку, чем больше денег будет истрачено на развитие (реконструкцию) предприятия, тем меньше останется на очистку воды. Пунктиром изображена (выделена чуть выше) зависимость величины $M_A = f(Y_A)$ – случай экстремальной задачи. Когда $Y_A = 0$, все средства идут на очистку воды и дополнительная прибыль также равна нулю, тогда и $M_A(0) = 0$. Точно также и $M_A(K_A) = 0$ (при $Y_A = K_A$), поскольку все деньги будут израсходованы на получение дополнительной прибыли, а вода будет такой же грязной, как и до очистки, – прибыль будет высокой (по расчёту), но вода вообще не будет очищаться, что может привести к полной остановке производства на предприятии.

Поскольку задача экстремальная, то у величины M_A существует максимум, который достигается при значении $M_A = Y_A^*$

Если ценность критериев $\lambda_A P_A$ и F субъект **A** сумел соизмерить, то выбор величины Y_A , а следовательно, и затрат на очистку воды $X_A = K_A - Y_A$ очевиден – предприятию **A** выгоднее всего выбрать её равной Y_A^* т. е. ту величину, которая доставляет критерию M_A максимальное значение. При этом $Y_A^* = K_A - X_A^*$

Объективные цели субъекта **A**

$$M_A(Y_A, Y_B) \xrightarrow{Y_A} \max \quad (7.1)$$

где предприятие **A** стремится выбрать соотношение средств, выделяемых на развитие предприятия и очистку воды, которое доставляет максимальное значение показателю M_A .

Точно такие же цели и у субъекта **B**. Исходя из той же эколого-экономической гипотезы, его цели

$$M_B(Y_A, Y_B) \xrightarrow{Y_B} \max. \quad (7.2)$$

Полученные формулы (7.1), (7.2) диктуют правила поведения и выбора партнёров – куда вкладывать деньги, и полностью как будто решают проблему, если бы действия предприятий были по-настоящему независимыми. Однако величина показателя M_A , и его оценка для субъекта **A** зависит также от величины Y_B , которая находится в распоряжении предприятия **B**. Точно также и M_B зависит не только от выбора субъекта **B**, но и от предприятия **A**, т. е. от Y_A . Значит, необходимо некоторое коллективное решение (согласие), которое должно быть взаимовыгодным и эффективным.

Такое соглашение формулируется так: коллективным (совместным) выбором величин Y_A и Y_B будут величины $Y_A = Y_A^U$ и $Y_B = Y_B^U$, удовлетворяющие условиям:

$$M_A(Y_A^U, Y_B^U) = \max_{Y_A} M_A(Y_A^U, Y_B^U), M_B(Y_A^U, Y_B^U) = \max_{Y_B} M_B(Y_A^U, Y_B^U) \quad (7.3)$$

Решение, которое формально определяется выражениями (3), в математике носит название *ситуации равновесия*. Отсюда взаимовыгодным и эффективным (не улучшаемым) коллективным соглашением будет ситуация равновесия.

При решении задач эколого-экономической модели согласия главная трудность состоит не в математических расчётах. При построении согласия необходимо знать структуру целевых функций P и F : каковы зависимости дополнительных прибылей предприятий от вкладываемых капиталов и чистота воды от средств, потраченных на её очистку, как соизмерять сами критерии P и F и, наконец, какими критериями следует руководствоваться предприятиям в лице их руководителей при установлении компромисса?

Все поставленные вопросы могут быть решены при рассмотрении конкретных ситуаций, когда точно известно: какова степень загрязнения воды и какими ингредиентами, мощности предприятий и их вклад в загрязнение воды, конкурентоспособность выпускаемой продукции, взаимоотношения между предприятиями и множество других факторов внешнего и внутреннего характера. Все эти данные можно получить из статистических отчётов, экспертных оценок и из специально проведённых исследований.

3. Пример расчета

Предприятия **A** и **B** могут потратить на развитие и очистку воды по 8 и 5,4 тыс. у.е. соответственно или $K_A = 8$ тыс. у.е., $K_B = 5,4$ тыс. у.е.

Предполагаемая монотонная обусловленность величин P и F от вкладываемых денег в развитие производства и в очистку воды, дают основания для обсуждения возможных известных зависимостей.

Задаются такие соотношения (полученные из исследований) для P в функции Y : $P_A = 0,9Y_A$, $P_B = 2Y_B + 0,75Y_B^2$. При установлении зависимостей оговариваются следующие моменты. Считая своё поведение независимым, каждое предприятие понимает очистку воды по-своему, руководству этих предприятий известно, какова зависимость очищаемости воды от вкладываемых средств, поэтому в модель вводят отношения $F_{(A)}$ и $F_{(B)}$ от денежных затрат каждого предприятия; пусть это будут линейные зависимости: $F_{(A)} = 0,35X_A$, $F_{(B)} = 0,6X_B$.

Теперь необходимо соизмерить результаты вычислений P и F по этим формулам.

1. Все средства предприятиями направляются на развитие для увеличения прибыли. Исходя их заданных зависимостей, предельные значения ($Y_{A(B)} = K_{A(B)}$), будут равны:

$$P_A = 0,9 \cdot 8 = 7,2 \text{ тыс. у.е.},$$

$$P_B = 2 \cdot 5,4 + 0,75 \cdot 5,4 \cdot 5,4 = 32,67 \text{ тыс. у.е.}$$

2. Все средства направлены на очистку воды ($X_{A(B)} = K_{A(B)}$), тогда

$$F_{(A)} = 0,35 \cdot 8 = 2,8 \text{ тыс. у.е. (степень чистоты воды)},$$

$$F_{(B)} = 0,6 \cdot 5,4 = 3,24 \text{ тыс. у.е.}$$

Для приведения к единой шкале соизмеримости полученные значения необходимо сблизить путём введения коэффициентов λ_A и λ_B , которые приведут к расчёту прибыли также в условных единицах. Наиболее приемлемыми (простота расчётов) могут быть следующие значения коэффициентов $\lambda_A = 1/\sqrt{0,9Y_A}$, $\lambda_B = 0,1$, тогда $\lambda_A P_A = \sqrt{0,9Y_A}$ с предельным значением $\lambda_A P_A = 2,68$, что очень близко к предельному значению для $F_{(A)}$: $\lambda_B P_B = 0,2 \cdot 5,4 + 0,075 \cdot 5,4 \cdot 5,4 = 3,27$, что также близко к значению $F_{(B)}$, т. е. шкалы для принятия критерия M соизмеримы.

На основании принятых зависимостей, учитывая соизмеримость λP и F , строятся кривые для нахождения критериев M_A и M_B (см. рис. 7.2, 7.3). Порядок расчётов для построения кривых и определения оптимального значения затрат на развитие предприятия и на очистку воды показаны в табл. 7.1 и 7.2.

Таблица 7.1

Предприятие А

$Y_A (Y_A^*)$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	(3,1)
$X_A (X_A^*)$	8	7	6	5	4	3	2	1	0	(4,9)
$\lambda_A P_A^*$	0	0,95	1,34	1,64	1,9	2,12	2,32	2,51	2,68	(1,75)
$F_{(A)}^*$	2,8	2,45	2,1	1,75	1,4	1,05	0,7	0,35	0	(1,75)

Таблица 7.2

Предприятие В

$Y_B (Y_B^*)$	0	1	2	3	4	5	5,4	(3,2)
$X_B (X_B^*)$	5,4	4,4	3,4	2,4	1,4	0,4	0	(2,2)
$\lambda_B P_B^*$	0	0,275	0,7	1,275	2,0	2,875	3,27	(1,4)
$F_{(B)}^*$	3,24	2,64	2,04	1,44	0,84	0,24	0	(1,4)

Примечание. При дробном значении $K_{A(B)}$ разбиение по ячейкам таблиц в строках $Y_{A(B)}$ и $X_{A(B)}$ – произвольное.

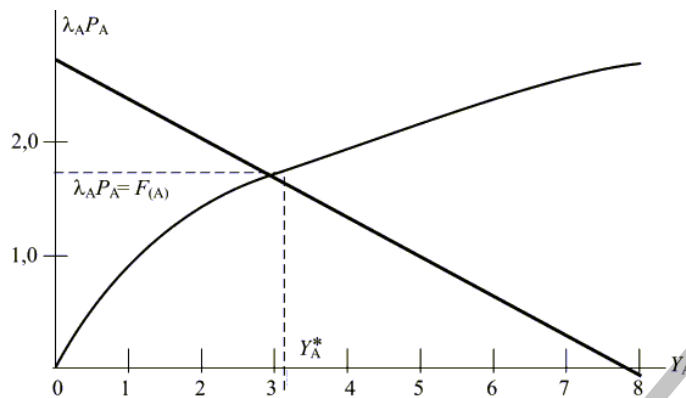


Рис. 7.2 - Критерий M_A

Из рис.7.2 (при точном расчёте) $Y_A^* = 3,1$; $\lambda_A P_A = F(A) = 2,75$ (последний столбец табл. 7.1 в скобках).

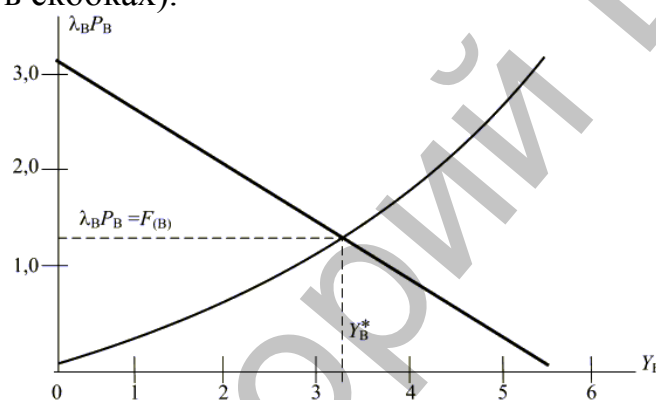


Рис. 7.3 - Критерий M_B

Из рис.7.3 следует: $Y_B^* = 3,2$; $\lambda_B P_B = F(B) = 1,4$ (последний столбец табл. 7.2 в скобках).

Таким образом, предприятие **A** принимает независимое (пока что) решение затрачивать на своё развитие $Y_A = Y_A^* = 3,1$ тыс.у.е., что может обеспечить ему прибыль $- P_A = 2,79$ тыс.у.е. Предприятие **B**, вложив в развитие почти столько же, $Y_B = Y_B^* = 3,2$ тыс.у.е., может рассчитывать на получение прибыли уже равной $P_B = 2 \cdot 3,2 + 0,075 \cdot 3,2 = 8,8$ тыс.у.е. Затраты на очистку воды при этом предполагаются у субъекта **A** $- X_A = 4,9$ тыс.у.е., а у **B** $-$ всего лишь $X_B = 2,2$ тыс.у.е., т. е. на очистку воды у предприятий запланирована общая сумма в 7,1 млн руб. (значения X и Y $-$ последний столбец табл. 7.1 и 7.2 в скобках).

Приняв такое решение, предприятия оказываются в неравном положении, что может выступать предметом переговоров между ними для принятия коллективного решения $-$ компромисса.

Критерии, на основании которых можно обсуждать согласие на выделение объективно «справедливых» с каждой стороны сумм на очистку воды, могут быть разными. Среди них (обучаемому предлагается «обнаружить» иные (добавочные) критерии):

1. Соотношение между затратами на очистку воды и на развитие: X/Y (или Y/X , или X/K) – во сколько раз затраты на очистку больше (меньше) вложений в развитие или какова доля общих средств идёт на очистку воды:

$$X_A/Y_A = 4,9 / 3,1 = 1,58; X_A/K_A = 4,9 / 8,0 > 0,61, (> 61%),$$

$$X_B/Y_B = 2,2 / 3,2 = 0,69; X_A/K_A = 2,2 / 5,4 < 0,41, (< 41%).$$

По данному критерию первое предприятие тратит на очистку воды значительно большую часть своих средств, чем второе, и, естественно, будет стремиться к более справедливому распределению денежных вкладов для этих целей.

2. Рентабельность деятельности предприятий с учётом отчисления денег на очистку воды – отношение прибыли к вкладываемым деньгам на развитие P/Y и ко всей сумме средств предприятия – P/K :

$$P_A/Y_A = 0,9, P_A/K_A = 0,35; P_B/Y_B = 4,0, P_B/K_B = 1,63.$$

При таком сравнении предприятие А имеет худшие показатели по сравнению с партнёром. Однако стоит оценить, на сколько снизилась рентабельность каждого предприятия (его потери) при отчислении денег на очистку, так как они (предприятия) изначально разнорентабельны – это будет разность максимально возможной рентабельности (отношение прибыли к общим средствам) и запланированной:

$$P_{A \max}/K_A = 0,9 \text{ или } \Delta P_A = 0,9 - 0,35 = 0,55,$$

$$P_{B \max}/K_B = 6,05 \text{ или } \Delta P_B = 6,05 - 1,63 = 4,42,$$

или в относительных показателях:

$$\Delta P_A/P_{A \max} = 0,55/0,9 = 0,61; \Delta P_B/P_{B \max} = 4,42/6,05 = 0,73.$$

При таком подходе большие потери несёт второе предприятие.

Используя подобные критерии, выбранные субъектами партнёрства, вплоть до временных уступок или «полюбовной» сделки, предприятия могут прийти, уступая друг другу, к компромиссному решению.

На практике может оказаться, что для достаточной очистки воды потребуется более 7,1 тыс. у.е., или менее того, например, 9 тыс. у.е. или 5 тыс. у.е. (стоимость очистных сооружений и поддержание их нормального функционирования). Тогда предприятия вынуждены будут либо каким-то способом уменьшать общие затраты на очистку, возможно, отдав тому или иному предприятию предпочтение (кто в данный момент больше нуждается в средствах), либо добавить, что тяжелее, поскольку придётся договариваться, кто больше выделит денег, неучтённые в предварительных расчётах.

4. Порядок выполнения практической работы

4.1. Название работы.

4.2. Цель работы.

4.3. Исходные данные (Обозначения: \ln – натуральный логарифм; \lg – десятичный логарифм; $/$ – знак деления; x^x , y^y – число в собственной степени, $\sqrt[y]{x}$ – степень под корнем).

4.4. Ход работы.

а) рассчитать λ_A и λ_B (соизмерить шкалу);

б) заполнить таблицы расчетов;

в) по данным таблиц построить графики (аналог рис. 7.2. и 7.3);

г) Определить критерии.

4.5. Выводы и предложения для установления компромисса.

Примечание: В зависимости от уровня подготовки обучаемых в работе предусмотрена вариативность заданий по степени сложности.

5. Варианты заданий к практической работе (см. табл.7.3)

Таблица 7.3

Варианты заданий

№ п/п	K_a , ден. ед.	K_b , ден. ед.	P_a	P_b	$F_{(a)}$	$F_{(b)}$
01	6,2	5,5	$2y^2/(y+1)$	$\sqrt{y} + y/2$	$x^2 - \ln x^2$	$2x + 0,3x^2$
02	10,0	5,3	$2,5 \ln^2 y$	$2y^y - 0,5y^2$	$6,8/x + x^3/3$	$\lg x^2 + 2x$
03	5,5	7,9	$y^2/2$	$0,5y + 3/\sqrt{y}$	$x^2 - \ln x + 1$	$x^3/\lg x$
04	7,7	6,3	$0,3y^2 - \ln y$	$0,5(y^3 - 1)$	$(x^2 + x)/(x+1)$	$\sqrt{x} + 1$
05	5,7	8,4	$3y^3 - y^2$	$0,6y \cdot \lg y$	$0,1x^3 - x^2 - 1$	$2\lg x^2$
06	8,5	9,6	$(y^2 + 1)/(2 + 1)$	$y^2 + 0,6\sqrt{y}$	$\ln x \cdot \lg x^2$	$2x^2 - 2$
07	9,0	7,5	$\ln y$	$(y^2 + 0,7 y)/3$	$\lg x + x/2$	$x^2 - x + 1$
08	7,7	4,4	$y^3/3 y/2$	$\sqrt{y^3} - \ln y$	$x + \lg x$	$x^x - x^2$
09	3,8	9,0	$2y^3 - 0,4y^2$	$1,7y^2 - \ln y - 1$	$x^x - x - 0,3$	$x^3 - x^2 + 0,5$
10	9,3	6,0	$\sqrt{y^3} + \sqrt{y}$	$\ln(y^3 + 1) + y$	$x + 1$	$2 \cdot x^2 - x$
11	5,0	8,5	$(1 + y^3)/(1 + y)$	$\lg x$	$2x^2 - 3x$	$2\sqrt{x} + x$
12	6,5	9,0	$y + \ln y$	$y^2 - y$	$0,3x^3 - 0,2x$	$(x^2 + x - 1)/x$
13	7,1	5,5	$\sqrt{y^3} + y/2$	$\ln y + 3$	$x^2/(2x - 1)$	$2 \cdot \lg x^2$
14	6,8	6,0	$y + \ln y$	$0,9y + 3\sqrt{y}$	$\ln x^2/\ln(x - 1)$	$x^3/3 - x/2$
15	4,8	8,5	$(1 + y^3)/(1 + y)$	$\lg y$	$0,9\sqrt{x} + 0,3x$	$\sqrt{x^3} - x - 1$
17	6,4	4,9	$1,7\sqrt{y} + \sqrt{y^3}$	$y \cdot (y/2 - 1)$	$0,6x + 1/x$	$x^2 - \sqrt{x} - 1$
18	5,6	8,4	$1 + y^2$	$\ln(y^3 - 1) + y$	x^3	$x^2 - \sqrt{x}$
19	7,7	4,4	$\ln y^2/\lg y$	$1,4y^2/(1 + y)$	$\sqrt{x} + x/3 + 0,4$	$x^x - x^3 + 5$
20	6,2	9,4	$1 + \ln y + \sqrt{y}$	$y^4 - y^3 - y^2 + 1$	$3 \ln x$	$\ln^2 x$

Практическая работа №8

Экономическая оценка природных ресурсов

Цель работы: Изучить методики оценки природных ресурсов исходя из подходов затратной и рентной концепций и научиться применять их на практике.

1. Общие сведения [10]

Каждый природный ресурс обладает определенной ценностью для человека (экономической, экологической, культурной и т.д.). Эта ценность отражается суммой экономической и внеэкономической оценок.

Экономическая оценка природного ресурса – денежное выражение его хозяйственной ценности. Существуют две основные концепции оценки природных ресурсов: затратная и рентная.

В основе определения экономической оценки природных ресурсов как продуктов труда лежит так называемая *затратная концепция* академика С.Г. Струмилина, который выступил с критикой отношения к естественным ресурсам как к "даровым" благам природы. Согласно данной концепции оценкой ресурсов могут служить затраты труда на их освоение и вовлечение в хозяйственный оборот: чем выше прямые затраты общества, необходимые для использования того или иного ресурса, тем он "дороже". Что же касается качества природных благ, то, согласно затратной концепции, оно выступает дополнительным фактором меры ценности. Качество сельскохозяйственных земель выражается в плодородии и уровне затрат на единицу продукции, поэтому при оценке конкретного участка земли предлагается учитывать урожайность и текущие затраты. Затратная концепция легла в основу также многих методических разработок по оценке воды, стоимостной оценке лесных и минерально-сырьевых ресурсов и др.

Однако в последние годы все больше внимания в ресурсооценочных работах уделяется развитию *рентной концепции*. Суть рентного подхода к экономической оценке природного ресурса состоит в том, что ее величина определяется размером приносимой данным ресурсом дифференциальной ренты. Дифференциальная рента показывает экономический выигрыш, который получает народное хозяйство благодаря более благоприятным природным свойствам оцениваемого ресурса (лучшему качеству, удобству местоположения и т.п.). Определение дифференциальной ренты позволяет осуществить учет влияния территориальных различий в свойствах ресурсов на производительность общественного труда.

Различные по плодородию и местоположению участки земли способны приносить различную прибыль производителю продукции.

Эти естественные различия лежат в основе возникновения дифференциальной ренты. Разнообразие почвенно-климатических условий порождает существенную дифференциацию условий возделывания сельскохозяйственных культур. Одна и та же культура может выращиваться на землях разного качества, что определяет различную ее урожайность и несовпадение индивидуальных затрат. В то же время потребительная стоимость продуктов, произведенных на различных участках, одинакова и не зависит от фактического количества труда, воплощенного в них. На все продукты устанавливается единая рыночная стоимость, величина которой зависит от двух основных факторов: уровня потребления и значения издержек. Если спрос на сельскохозяйственные продукты полностью покрывает размеры их производства, то рыночная стоимость регулируется индивидуальными затратами на худших по качеству участках земли, эксплуатация которых требует относительно больших издержек. Такие издержки называют в современной литературе замыкающими затратами. Однако они не всегда определяют уровень рыночной стоимости продукции. Это не происходит в том случае, когда объем производства сельхозпродукции существенно превышает уровень потребности в ней. Тогда регулирующие затраты (общественно необходимые затраты, определяющие рыночную стоимость) могут снизиться до уровня индивидуальных издержек на участках, находящихся в средних и даже лучших естественных условиях.

Разность между регулируемыми и индивидуальными затратами, обусловленная относительными различиями земельных участков, их плодородием, местоположением, приводит к образованию дифференциальной ренты. Естественные различия – неперемное условие ее возникновения. Другой важнейшей предпосылкой возникновения дифференциальной ренты является ограниченность природных ресурсов.

Основой дифференциальной ренты является добавочная прибыль, которую получает производитель, эксплуатирующий более продуктивные земли и другие ресурсы природы. Лучшее их качество обуславливает более высокую производительность труда на них, а одинаковые затраты труда на землях разного плодородия дают разный объем сельхозпродукции.

Трудности при определении дифференциальной ренты состоят в том, что ее необходимо отличать от дополнительного чистого дохода, получаемого за счет лучшей организации производства, более добросовестной работы и т.п. При исчислении дифференциальной ренты должны сравниваться природные ресурсы, вовлеченные в хозяйственный оборот в одинаковых условиях производства, поскольку только качественные отличия богатств природы являются источником ее образования.

Современная теория экономической оценки природных ресурсов и объектов природопользования в основном сложилась. Последние годы ознаменовались доминированием рентной концепции. Вместе с тем, в практике управления, планирования, экологического регулирования преобладает затратный подход к исчислению компенсационных выплат при отчуждении сельхозугодий, определению экологических платежей и т.п. Это обусловлено сложностями в исчислении замыкающих затрат, зачастую отсутствием необходимой статистической информации, недостатками нормативной базы. Кроме того, естественные отличия разных видов природных ресурсов не позволяют унифицировать методики расчета их рентной оценки. Разнообразные методические подходы при определении ренты, приносимой различными ресурсами (земельной, горной, водной, лесной ренты), дают слабо сопоставимые результаты, не позволяющие осуществить сравнение истинной ценности разных ресурсов, когда требуется сделать альтернативный выбор хозяйственного проекта. В силу этих причин последние попытки стоимостной оценки природно-ресурсного потенциала у нас в стране также носят в основном затратный характер.

2. Методика расчета

Экономическая оценка земли на основе затратной концепции:

$$O_3 = K \cdot \left(\frac{\frac{y}{3}}{\frac{Y}{3}} \right), \quad (8.1)$$

где O_3 — экономическая оценка 1 га земли;

K — средняя стоимость освоения 1 га земли по стране (для Республики Беларусь приблизительно 177 у. е.);

$y/3$ — отношение урожайности к затратам на производство земледельческого продукта на оцениваемом участке;

$Y/3$ — урожайности к затратам на производство земледельческого продукта в среднем по стране.

Нормативный коэффициент дисконтирования (для приведения разновременных величин дифференциальной ренты ко времени осуществления оценки) в рыночной экономике принимают равным банковскому (или ссудному) проценту.

Экономическую оценку земли на основе дифференциальной ренты:

$$O_3 = \frac{R}{r} \cdot 100\%, \quad (8.2)$$

где O_3 — экономическая оценка 1 га сельхозугодий;

r – ставка банковского процента, % (различная для различных банков);

R – дифференциальная рента, у.е./га.

Расчет дифференциальной ренты проводится по формуле:

$$R = Z_{зам} - Z_{инд}, \quad (8.3)$$

где $Z_{зам}$, $Z_{инд}$ — замыкающие и индивидуальные затраты на производство продукции соответственно, у.е./га.

Таким образом, величину экономической оценки природного ресурса на основе дифференциальной ренты можно сравнить с денежным капиталом, равным ренте, который, будучи помещенным в банк, приносит ежегодный доход в размере ссудного процента.

Для определения арендной платы земли используется формула:

$$П_a = (C_B - C_H) \cdot y \cdot \kappa_u. \quad (8.4)$$

где C_B , у.е./ц - базовая себестоимость 1 ц производимой продукции на этой земле; y , ц/га - базовая урожайность на этой земле; C_H , у.е./ц - нормативная себестоимость; κ_u - коэффициент соотношения интересов (0,1-1,0).

3. Порядок оформления практической работы

- 3.1. Название работы.
- 3.2. Цель работы.
- 3.3. Условие задания.
- 3.4. Порядок расчета.
- 3.5. Вывод (Оценка земель по результатам расчета).

4. Варианты заданий к практической работе (табл.8.1-8.3)

А. Используя методику академика С.Г. Струмилина дать экономическую оценку земель разных областей - **О №**_. Определить арендную плату за 1 га земли, если базовая себестоимость 1 центнера производимой продукции на этой земле составляет C_B , у.е./ц, базовая урожайность y , ц/га, а нормативная себестоимость C_H , у.е./ц. Принять коэффициент соотношения интересов $\kappa_u = 0,5$, затраты (Z) на производство земледельческого продукта в среднем по стране считать как среднее из Z_1 - Z_6 , а урожайность (Y) как среднее из y_1 - y_6 .

Таблица 8.1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>О №</i>	1	2	3	4	5	6	1	2	3
<i>z, у.е./га</i>	250	280	300	400	330	310	250	280	300
<i>С_Б, у.е./ц</i>	50	51	52	53	54	55	56	58	60
<i>y, ц/га</i>	34	40	42	45	50	52	34	40	42
<i>С_н, у.е./ц</i>	49	50	51	52	53	54	51	52	53

Задание 1.2. На фермерском участке имеется 1 га земли, на которой могут быть сельхозугодья типа T (где T_1 - фруктовый сад, T_2 - овощное поле, T_3 - пастбище, T_4 - зерновое поле). Замыкающие затраты на производство продукции на данном типе сельхозугодий $Z_{зам1}=2100$ у.е./га (для T_1); $Z_{зам2}=1000$ у.е./га (для T_2); $Z_{зам3}=300$ у.е./га (для T_3); $Z_{зам4}=900$ у.е./га (для T_4). Индивидуальные затраты на производство продукции на данном типе сельхозугодий $Z_{инд1}=1500$ у.е./га (для T_1); $Z_{инд2}=800$ у.е./га (для T_2); $Z_{инд3}=160$ у.е./га (для T_3); $Z_{инд4}=700$ у.е./га (для T_4).

Оценить возможные направления распоряжения землей путем сопоставления экономической оценки 1 га сельхозугодий на базе дифференциальной ренты. Определить цену земли фермерского участка в разных банках для различных вариантов природопользования, если годовой банковский процент r_1 (Сбербанк), r_2 (Приорбанк).

Таблица 8.2

Вариант	10	11	12	13	14	15	16	17	18
T	$T_1; T_2$	$T_3; T_4$	$T_1; T_3$	$T_1; T_4$	$T_2; T_3$	$T_2; T_4$	$T_3; T_4$	$T_3; T_1$	$T_1; T_2; T_4$
$r_1, \%$	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$r_2, \%$	12	13	14	15	16	17	18	19	20

2. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ ПРОГРАММЫ

Практическая работа № 9 Обучающая имитационная программа «ЭКСПЕРТИЗА МАЛОЙ РЕКИ»

Цель работы: провести экспертизу на участках реки. По результатам экспертизы определить: причины гибели рыбы, величину *экономического ущерба*, концентрацию органического загрязняющего вещества в сточных водах.

1. Общие сведения

Программа «ЭКСПЕРТИЗА МАЛОЙ РЕКИ» предназначена для использования в учебном процессе как одна из практических работ в курсах «Охрана природы и рациональное природопользование», «Основы экологии» для подготовки студентов и лиц, ответственных за планирование сельскохозяйственного производства и строительства, специалистов сельского хозяйства, работающих в прибрежных районах. Программа предназначена для моделирования проведения экспертизы загрязнения малой реки, она способствует закреплению и развитию теоретических знаний по проведению экспертизы на водосборе малой реки.

Для работы с программой не требуется специальной подготовки. Вся работа осуществляется в режиме «меню» и «вопросов и ответов». Удобный интерфейс позволяет работать с программой пользователю, не имеющему навыков работы с ПЭВМ.

2. Описание программы

На экране монитора изображена малая река с расположенными на ее берегах точечными источниками загрязнения (предприятия, фермы и т.д.). Они помечены красными прямоугольниками. Желтыми кружками помечены участки водосбора реки, которые могут загрязнять реку в результате выноса загрязняющих веществ из почвы дождевыми стоками. Границы участков водосбора отмечены белыми пунктирными линиями. Средняя скорость течения реки – 0,1 м/с, средняя ширина русла – 2–5 м. Направление течения реки обозначено черной стрелкой. В процессе работы с программой обучаемому предлагается провести экспертизу малой реки на которой произошла массовая гибель рыбы с причинением крупного экономического ущерба. Гибель рыбы, очевидно, произошла в результате попадания в воду реки большого количества загрязняющих веществ.

2.1. Задачи, которые решает обучаемый

1. Определить причину гибели рыбы (кто виноват?):
 - в результате сбросов точечных загрязняющих стоков (предприятий, ферм и т.д.);
 - в результате попадания в реку загрязняющих веществ, вынесенных с полей дождевыми стоками;
 - в результате этих двух причин.
2. Определить количество погибшей рыбы и подсчитать величину экономического ущерба в результате гибели рыбы.
3. Определить концентрацию органического загрязняющего вещества по БПК₅ в сточных водах некоторых загрязняющих стоков.
4. Определить участки реки, которые можно характеризовать как умеренно-загрязненные по пробам зоопланктона в них.
5. Дать рекомендации о максимально допустимом объеме сточных вод некоторых загрязняющих стоков, который не привел бы к загрязнению воды реки (т.е. превышению предельно допустимых концентраций).
6. Дать рекомендации о максимально допустимом содержании ядохимикатов в почве некоторых участков водосбора, которое бы не привело к загрязнению воды из-за выноса ядохимикатов дождевым стоком.

Известно, что в течение длительного времени на площади водосбора идет дождь с интенсивностью водоподачи 0.000000001 м/с. Поэтому можно исходить из того, что процесс формирования дождевого стока – установившийся, т.е. не зависит от времени.

Для решения этих задач, программа позволяет обучаемому получить информацию о гидрологических характеристиках водосбора и реки (пористости, проницаемости почвы, уклоне поверхности водосбора, скорости течения и расходе воды в реке), предельно допустимых концентрациях веществ в воде реки, дает возможность брать пробы воды, почвы, пробы на содержание зоопланктона в воде реки, а также проводить подсчет мертвой рыбы.

Для успешного выполнения задания обучаемый имеет возможность пользоваться математическими формулами, описывающими влияние точечных стоков и дождевых стоков на качество воды, и методикой подсчета экономического ущерба от гибели рыбы. Для расчетов можно использовать встроенный калькулятор с простейшими математическими действиями. После выполнения всех заданий подводится итог работы обучаемого, вычисляются концентрации загрязняющих веществ в воде реки в результате его рекомендаций и дается оценка его действий.

3. Работа с программой

3.1. Начало работы

Включить компьютер. Загрузить Обучающую имитационную программу «ЭКСПЕРТИЗА МАЛОЙ РЕКИ». После загрузки программы на экране появится заставка программы «ЭКСПЕРТИЗА МАЛОЙ РЕКИ». Для продолжения работы необходимо нажать пробел. Затем на экране появится рабочее поле с изображением карты водосбора малой реки. В верхней части экрана расположено основное меню.

3.2. Структура меню

Основное меню содержит разделы меню второго и третьего уровня:

ПОМОЩЬ; КАЛЬКУЛЯТОР; ИНФОРМАЦИЯ; ЭКСПЕРТИЗА; ВИНОВНИК; РЕКОМЕНДАЦИИ; ИТОГ.

ПРАВИЛА РАБОТЫ; ПРОБЫ ВОДЫ; ЗАГРЯЗНЯЮЩИЙ СТОК 1, 2, 4, 5, 10; МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ; ПРОБЫ ПОЧВЫ; ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕЩЕСТВ; МЕРТВАЯ РЫБА; ЗООПЛАНКТОН; УЧАСТОК ВОДОСБОРА 2, 4, 6; ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ; ПДК.

ВАШИ ОТВЕТЫ – ВИНОВНИК ГИБЕЛИ РЫБЫ; ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ; ВЕЩЕСТВА В СТОКЕ; ЗАГРЯЗНЕННЫЕ УЧАСТКИ.

3.3. Описание разделов меню

ПОМОЩЬ: ПРАВИЛА РАБОТЫ – раздел содержит задания, которые необходимо выполнить при работе с программой.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ – в разделе содержатся уравнения, описывающие загрязнение реки точечными и дождевыми стоками, и метод подсчета экономического ущерба от гибели рыбы.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕЩЕСТВ – информация о коэффициентах распада (окисления) веществ и выносе вещества из почвы.

КАЛЬКУЛЯТОР – простейший арифметический калькулятор.

ИНФОРМАЦИЯ: ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ – данные о скорости течения реки, расходе воды, характеристиках водосбора и почвы.

ПДК – предельно допустимые концентрации веществ в воде реки.

ВАШИ ОТВЕТЫ – введенные Вами ответы на задания.

ЭКСПЕРТИЗА: ПРОБЫ ВОДЫ – раздел моделирует взятие проб воды в реке.

ПРОБЫ ПОЧВЫ – взятие проб на содержание веществ в почве.

МЕРТВАЯ РЫБА – подсчет мертвой рыбы на площадках.

ЗООПЛАНКТОН – взятие проб воды на зоопланктон.

ВИНОВНИК: **ВИНОВНИК ГИБЕЛИ РЫБЫ** – в этом разделе необходимо дать ответ о виновнике гибели рыбы.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ – необходимо ввести величину ущерба, связанного с гибелью рыбы.

ВЕЩЕСТВА В СТОКЕ – вводится ответ о содержании органического вещества (по БПК₅) в 1-м, 2-м, 4-м и 10-м стоках.

ЗАГРЯЗНЕННЫЕ УЧАСТКИ – вводится ответ об умеренно загрязненных участках по составу зоопланктона.

РЕКОМЕНДАЦИИ: **ЗАГРЯЗНЯЮЩИЙ СТОК 1 (4,5)** – ввод максимально допустимого объема стока, который бы не привел к загрязнению реки.

УЧАСТОК ВОДОСБОРА 2 (6,4) – необходимо ввести величину максимально допустимого содержания ядохимикатов в почве участков водосбора (*аммиака* в почве 2-го участка водосбора, *даланона* в почве 6-го участка водосбора, *монурона* в почве 4-го участка водосбора), которое не привело бы к загрязнению реки дождевыми стоками.

ИТОГ – конец работы и подведение итогов.

3.4. Работа с меню

Для выбора раздела меню используйте клавиши «вверх», «вниз», «влево», «вправо» и Enter. Если Вы используете мышь, то для выбора раздела меню необходимо подвести стрелку к названию раздела и нажать левую кнопку. Для входа в раздел нужно нажать левую кнопку еще раз. Для выхода из этого меню нажмите ESC. Для получения помощи по работе с меню необходимо нажать клавишу F1.

При просмотре **ПРАВИЛ РАБОТЫ, МАТЕМАТИЧЕСКИХ ФОРМУЛ**, переход от одной страницы к другой производится нажатием клавиш: PgUp – предыдущая страница, PgDn – следующая страница. Для выхода в меню необходимо нажать ESC. Если используется мышка, то необходимо подвести стрелку области с надписью [PgUp], [PgDn] или [Esc-Выход] и нажать левую кнопку.

При просмотре **ХАРАКТЕРИСТИК ВЕЩЕСТВ** на экран выводится информация о характеристиках десяти загрязняющих веществ, которые содержатся в почве и воде. Это БПК₅, ацетон, азотная кислота, анилин, сульфид углерода, алдрин, монурон, даланон, атразин, аммиак. Выход в меню осуществляется нажатием клавиши ESC.

При работе с **КАЛЬКУЛЯТОРОМ** используйте клавиши 0, 1, 2, ..., 9, +, -, *, /, =. Для отмены результата – клавишу «C». Для выхода в меню нужно нажать Esc. Если Вы работаете с мышью, то подводите стрелку к прямоугольным областям с изображением цифр или знаков и нажимайте левую кнопку. При просмотре **ПДК** (предельно допустимых концентраций) на экран выводится информация о ПДК десяти за-

грязняющих веществ. Выход в меню осуществляется нажатием клавиши ESC.

При просмотре ВАШИХ ОТВЕТОВ на экран выводятся ответы на задания, которые необходимо выполнить при работе с программой. Выход в меню осуществляется нажатием клавиши ESC.

Для получения ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ необходимо стрелками «вверх», «вниз», «влево», «вправо» подвести курсор к выбранному месту и нажать Enter. Для увеличения шага передвижения курсора необходимо нажать клавишу PgDn. Для уменьшения – PgUp. Если Вы работаете с мышью, то подведите стрелку к выбранному месту и нажмите левую кнопку. На экране появится окно с информацией о гидрологических характеристиках водосбора в выбранном месте. Для выхода из этого окна нужно нажать клавишу ESC. Для выхода в меню нажмите клавишу ESC или подведите стрелку мышки в правый верхний угол и нажмите левую кнопку.

Для взятия ПРОБ ВОДЫ необходимо стрелками «вверх», «вниз», «влево», «вправо» подвести курсор к выбранному месту реки и нажать Enter. Для увеличения шага передвижения курсора необходимо нажать клавишу PgDn. Для уменьшения – PgUp. Если Вы работаете с мышью, то подведите стрелку к выбранному месту и нажмите левую кнопку. На экране появится окно с информацией о концентрации десяти загрязняющих веществ в воде в выбранном месте реки. Для выхода из этого окна нужно нажать клавишу ESC или подвести мышшь к области окна с надписью [Esc-Выход] и нажать левую кнопку. Для выхода в меню нажмите клавишу Esc или подведите стрелку мышки в правый верхний угол и нажмите левую кнопку.

Для взятия ПРОБ ПОЧВЫ необходимо стрелками «вверх», «вниз», «влево», «вправо» подвести курсор к выбранному месту водосбора и нажать Enter. Для увеличения шага передвижения курсора необходимо нажать клавишу PgDn. Для уменьшения – PgUp. Если Вы работаете с мышью, то подведите стрелку к выбранному месту и нажмите левую кнопку. На экране появится окно с информацией о содержании десяти загрязняющих веществ в почве в выбранном месте водосбора. Для выхода из этого окна нужно нажать клавишу ESC. Для выхода в меню нажмите клавишу ESC.

Для подсчета количества МЕРТВОЙ РЫБЫ необходимо стрелками «вверх», «вниз», «влево», «вправо» подвести курсор к выбранному месту реки и нажать Enter. Для увеличения шага передвижения курсора необходимо нажать клавишу PgDn. Для уменьшения – PgUp. Если Вы работаете с мышью, то подведите стрелку к выбранному месту и нажмите левую кнопку. На экране появится окно с информацией о количестве мертвой рыбы на площадке 2x2 м в выбранном месте реки. Для выхода из этого окна нужно нажать клавишу ESC. Для выхода в меню нажмите клавишу ESC.

Для взятия проб воды на ЗООПЛАНКТОН необходимо стрелками «вверх», «вниз», «влево», «вправо» подвести курсор к выбранному месту реки и нажать Enter. Для увеличения шага передвижения курсора необходимо нажать клавишу PgDn. Для уменьшения – PgUp. Если Вы работаете с мышью, то подведите стрелку к выбранному месту и нажмите левую кнопку. На экране появится окно с информацией о составе зоопланктона в выбранном месте реки. Для выхода из этого окна нужно нажать клавишу ESC. Для выхода в меню нажмите клавишу ESC.

При входе в раздел меню ВИНОВНИК ГИБЕЛИ РЫБЫ на экране появится окно с вопросом: «Вы готовы назвать виновника гибели рыбы? ДА, НЕТ».

Если Вы готовы назвать виновника, нажимайте «ДА». Затем на экране появится другое окно: «В гибели рыбы виноват точечный сток? ДА, НЕТ».

Здесь, необходимо, как и в предыдущем окне, дать ответ «Да» или «Нет». Если ответ «Да», тогда необходимо ввести номер загрязняющего стока, виновного в гибели рыбы:

«Введите номер загрязняющего стока: ___».

Затем на экране появится окно: «В гибели рыбы виноват дождевой сток? ДА, НЕТ».

Необходимо ответить «Да» или «Нет». Если ответ «Да», то необходимо ввести номер участка водосбора, вынос веществ дождевым стоком с которого привел к гибели рыбы:

«Введите номер участка водосбора: ___».

Для корректировки ответа используется клавиша BackSpace.

Для ответа на вопрос о величине ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА от гибели рыбы необходимо ввести величину экономического ущерба в тысячах рублей:

«Введите величину экономического ущерба: ___ тыс. р.».

Для ответа на вопрос о содержании БПК₅ в ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ СТОКАХ необходимо дать ответ о содержании БПК₅ в 1-м, 2-м, 4-м и 10-м загрязняющих стоках. Для этого в меню:

|ЗАГРЯЗНЯЮЩИЙ СТОК 1|
|ЗАГРЯЗНЯЮЩИЙ СТОК 2|
|ЗАГРЯЗНЯЮЩИЙ СТОК 4|
|ЗАГРЯЗНЯЮЩИЙ СТОК 10|

используя стрелки «вверх», «вниз», выбираем загрязняющий сток и вводим величину концентрации БПК₅ в этом стоке:

«Введите концентрацию БПК₅ в ___ стоке: ___ мг/л».

Для ответа на вопрос об умеренно-загрязненных участках реки по составу зоопланктона необходимо стрелками «вверх», «вниз», «влево», «вправо» подвести курсор к выбранному участку реки и на-

жать Enter. Для увеличения шага передвижения курсора необходимо нажать клавишу PgDn. Для уменьшения – PgUp.

Если Вы работаете с мышью, то подведите стрелку к выбранному участку реки и нажмите левую кнопку. Этот выбранный участок реки будет отмечен заштрихованным прямоугольником. Для отмены ответа нужно подвести курсор в этот прямоугольник и нажать Enter или подвести мышку и нажать левую кнопку. Заштрихованный прямоугольник исчезнет. Для выхода в меню нажмите клавишу ESC или подведите стрелку мышки в правый верхний угол и нажмите левую кнопку. Для того чтобы дать РЕКОМЕНДАЦИИ необходимо в меню:

|ЗАГРЯЗНЯЮЩИЙ СТОК 1|
|ЗАГРЯЗНЯЮЩИЙ СТОК 4|
|ЗАГРЯЗНЯЮЩИЙ СТОК 5|
|УЧАСТОК ВОДОСБОРА 2|
|УЧАСТОК ВОДОСБОРА 6|
|УЧАСТОК ВОДОСБОРА 4|

используя клавиши «вверх», «вниз», выбрать тот или иной раздел и дать ответ на вопрос, который появится в окне. Для выхода в основное меню нужно нажать ESC.

3.5. Оценка деятельности

После выполнения всех заданий подводится итог деятельности обучаемого. Для этого необходимо войти в раздел меню ИТОГ. При входе в раздел меню ИТОГ может появиться надпись: «*Вы не выполнили всех заданий*». Это означает, что необходимо посмотреть, в разделе меню ВАШИ ОТВЕТЫ, какие задания остались невыполненными, и выполнить их. После входе в раздел меню ИТОГ на экране монитора появятся результаты работы обучаемого. В верхней части экрана будет содержаться информация об ответах и рекомендациях обучаемого и правильные ответы. В нижней части – схема реки и графики концентраций загрязняющих веществ в воде участка реки, который выделен красным прямоугольником. Синие линии на графиках обозначают предельно допустимые концентрации. Для просмотра концентраций загрязняющих веществ на других участках используйте клавиши «влево», «вправо» или подведите мышку к участку и нажмите левую кнопку. На схеме реки голубым цветом обозначены сток и участок водосбора, виновные в гибели рыбы. Участки реки, помеченные фиолетовым цветом, можно характеризовать как умеренно-загрязненные. Для получения помощи по итоговому экрану, необходимо нажать F1. Для получения оценки деятельности обучаемого, необходимо нажать клавишу F2. На экране появится информация о правильности ответов по всем заданиям и общая оценка по десятибалльной системе.

3.6. Выход из программы

Для выхода из программы необходимо нажать клавишу F10. На экране появится запрос: «Вы желаете выйти из программы? ДА, НЕТ». Нажать «Да».

4. Рекомендации по выполнению задания

4.1. Кто виноват?

Чтобы определить, кто виноват в гибели рыбы необходимо определить район гибели рыбы. Затем определить: концентрация каких веществ в этом месте реки намного превышает ПДК. После этого анализировать: в результате чего могло произойти загрязнение реки этими веществами.

4.2. Экономический ущерб от гибели рыбы?

Определить количество погибшей рыбы. Для этого нужно произвести подсчет погибшей рыбы на площадках (раздел меню МЕРТВАЯ РЫБА), определить среднюю плотность погибшей рыбы, а потом общее количество погибшей рыбы (для этого умножить плотность на площадь района гибели рыбы). А затем, используя методику подсчета (раздел МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ), определить величину экономического ущерба.

4.3. Концентрация вещества в стоке?

Определяется по формуле: $C = (C_c * Q_c + C_p * Q_p) / Q$, где C , Q – концентрация вещества и расход воды ниже места сброса сточных вод;

C_c , Q_c – концентрация вещества в сточных водах и расход сточных вод;

C_p , Q_p – концентрация вещества и расход воды выше места сброса сточных вод, получаем: $C_c = (C * Q - C_p * Q_p) / Q_c$.

Значения C , Q , C_p , Q_p определяем в разделах ПРОБЫ ВОДЫ и ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ.

4.4. Умеренно-загрязненные участки?

Необходимо взять пробы зоопланктона (раздел меню ЗООПЛАНКТОН) на всех участках реки и по их составу определить: какие участки можно характеризовать как умеренно-загрязненные.

4.5. Рекомендации об объеме стока?

При ответе необходимо исходить из выражения: $Q_c = (C * Q - C_p * Q_p) / C_c$.

При этом концентрация вещества в реке ниже места сброса сточных вод C должна быть меньше ПДК. При ответе необходимо учесть уменьшение концентрации вещества в воде реки за счет окисления (разложения и т.д.), и изменение концентрации в результате слияния притоков реки.

4.6. Рекомендации о содержании веществ в почве?

В силу того, что дождь идет длительное время, процесс выноса веществ из почвы можно считать установившимся, т.е. независимым от времени. Тогда формулы, описывающие этот процесс можно записать в виде:

$$q = R * L; \quad Q = q * x + Q_0; \quad S = (f * M * L) / q; \quad C = (S * q * x) / Q + C_0,$$

где R – интенсивность дождевой водоподачи;

q – расход воды (склоновый сток); L – ширина участка водосбора;

Q – расход воды в реке в результате склонового стока;

x – пространственная координата (вдоль реки);

S – концентрация вещества в склоновом стоке;

f – коэффициент выноса вещества из почвы,

M – содержание вещества в почве;

C – концентрация вещества в воде реки;

Q_0, C_0 – начальные значения расхода воды и концентрации вещества в реке.

Отсюда нетрудно получить выражение для определения максимально допустимого содержания вещества в почве участка водосбора, которое не привело бы к загрязнению реки дождевым стоком. При определении этого значения необходимо также учесть, что на содержание вещества в воде влияют дождевые стоки с других участков водосбора и притоки реки.

5. Порядок оформления практической работы

5.1. Название работы.

5.2. Цель работы.

5.3. Запись данных проб по участкам.

5.4. Ваши ответы и полученные результаты (по компьютеру).

5.5. Вывод (анализ полученных результатов).

Практическая работа № 10

Обучающая имитационная программа «ОЗЕРО»

Цель работы: добиться рационального управления природно-промышленной системой при минимальном ущербе окружающей среде. Цель работы обучаемого заключается в снижении концентрации загрязняющих веществ в водоеме до допустимых пределов и поддержание их на этом уровне.

1. Общие сведения

Управляемая экологическая система «ОЗЕРО» включает в себя:

1. Водоем 200x300 м в черте города, разбитый на три зоны – промышленную, среднюю и культурную.
2. Прибрежные предприятия, используют воду озера для своих технологических процессов, загрязняя ее органикой и неорганикой.
3. Гидрометцентр, обеспечивающий краткосрочный прогноз.
4. Две стационарные станции ежедневного взятия проб воды в промышленной и средней зонах и одну передвижную – для взятия проб воды по необходимости в культурной зоне.
5. Станции подкачки (P) и сброса (S) для создания проточности.
6. Две станции искусственной аэрации вод средней и культурной зон.
7. Финансирующий орган.

Управление экосистемой циклическое.

В начале каждого цикла обучаемый оценивает:

- а) состояние озера – качество воды в каждой зоне озера, уровень воды;
- б) прогноз погоды на текущую декаду;
- в) прогноз деятельности прибрежных предприятий по объему используемой воды и концепциям органики и неорганики в сточных водах;
- г) имеющуюся в его распоряжении денежную сумму для расхода на перекачку воды и аэрацию.

2. Порядок работы

Включить компьютер. Загрузить Обучающую имитационную программу «ОЗЕРО».

2.1. Режимы, входящие в состав меню:

ПОМОЩЬ – выдача на экран инструкции по работе с программой «ОЗЕРО». При чтении инструкции двигать текст на экране можно при помощи клавиши *Page Up* и *Page Down*.

УПРАВЛЕНИЕ – задание параметров. (При задании параметров использовать клавиши стрелка вправо, стрелка влево, стрелка вверх, стрелка вниз.)

СОСТОЯНИЕ – показывает состояние экосистемы на определенную дату.

РАБОТА – запуск системы на выбранный цикл.

ПРОГНОЗ – показывает прогноз погоды на выбранную декаду, прогноз деятельности предприятий на текущую декаду.

Для выхода из программы использовать клавишу **F10**.

3. Краткое руководство по работе с программой

При работе с программой пользователь выполняет функции диспетчера по управлению экологической системой. На работу отводится два месяца. Задача диспетчера состоит в том, чтобы в течение первого месяца управления снизить концентрацию загрязняющих веществ в озере до допустимых пределов (до значений, не превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК) по органике и неорганике), при этом содержание кислорода в воде должно быть не меньше нормативного значения. В течение второго месяца поддерживать параметры, характеризующие качество воды в озере на уровне ПДК.

Управляющими параметрами, которые выбирает пользователь, являются:

- продолжительности очередного цикла (от 3 до 10 суток),
- мощность подкачки чистой и откачки загрязненной вод,
- интенсивности искусственной аэрации.

После ввода этих данных в ЭВМ моделируется естественное поведение экологической системы в течение длительности выбранного цикла.

Весь процесс в целом имеет следующие особенности. Завод, фабрика, база забирают воду из озера, и после использования, загрязненную органикой и неорганикой сбрасывают обратно, ботанический сад только забирает воду на полив. Если уровень воды в озере выходит за пределы допустимых норм, то на одни сутки станции перекачки переводятся автоматически на режим подъема уровня или его снижения. Если выделенная на управление денежная сумма оказывается израсходованной раньше двухмесячного срока, то пользователь в оставшиеся дни не может воздействовать на систему (экосистема развивается с отключенными станциями воды и ее аэрации). Начиная со второго месяца управления экосистемой, пользователю начисляются штрафные баллы: по одному за каждый день, когда не было обеспече-

но качество воды. Пользователь отстраняется от должности диспетчера после получения 16-го штрафного балла.

Таким образом, для успешного управления качеством воды в озере необходимо освоить закономерности, лежащие в основе водного баланса, превращения и деструкции веществ, насыщения воды кислородом, влияния метеоусловий на экологические процессы: необходимо научиться оптимальному планированию нескольких взаимосвязанных параметров управления в условиях ограничения суммарной стоимости расходов.

ВНИМАНИЕ: Для освоения работы с программой в диалоговом режиме не требуется специальной подготовки. Знакомство с условиями работы за терминалом, с экологической системой и ее закономерностями, с целью обучения и оценкой деятельности обучаемого производит сама программа.

4. Порядок оформления практической работы

4.1. Название работы.

4.2. Цель работы.

4.3. Исходные данные.

4.4. Полученные результаты (по компьютеру).

4.5. Вывод (анализ полученных результатов).

Практическая работа № 11

Обучающая имитационная программа «Р Ы Б О Л О В С Т В О»

Цель работы: добиться рационального использования природных ресурсов (рыбных ресурсов) – получение максимального дохода при минимальном ущербе популяции рыб в районах рыболовства.

1. Общие сведения

Компьютерная экологическая программа «Рыболовство» разработана на основе настольной игры профессора М. Медоуза (США) «Всемирное рыболовство».

Программа «Рыболовство» предназначена для моделирования изменения численности популяции рыбы в результате рыбной ловли, и может использоваться в учебном процессе как одна из практических работ в курсах «Охрана природы и рациональное природопользование», «Основы экологии». Она способствует закреплению и развитию теоретических знаний по динамике популяций.

2. Порядок работы

Включить компьютер. Загрузить Обучающую имитационную программу «РЫБОЛОВСТВО».

Для освоения работы с программой в диалоговом режиме не требуется специальной подготовки. Знакомство с условиями работы за терминалом, с экологической системой и ее закономерностями, с целью обучения и оценкой деятельности обучаемого производит сама программа.

3. Инструкция по работе с программой

Представьте себя в роли владельца рыболовной компании. В Вашем распоряжении находятся корабли, которыми Вы ведете лов рыбы. В течение 15 лет (игрового времени) Вы должны управлять компанией таким образом, чтобы получить максимальную прибыль. Для этого в начале каждого игрового года Вы можете осуществлять следующие действия:

- покупать корабли, если пожелаете увеличить количество своих кораблей и имеете достаточно денежных средств (стоимость корабля может изменяться);
- продавать корабли, если они больше не нужны (при продаже корабля Вы получите только половину от текущей стоимости корабля);
- распределять корабли для ловли рыбы по зонам А и Б (места скопления рыбы). Причем, часть кораблей Вы можете оставить в порту.

При распределении кораблей по зонам Вы должны учитывать, что кроме Вас там могут ловить рыбу корабли других компаний. Информация об этом находится в правом нижнем углу экрана.

В начальный момент (начало 1-го года) Вы имеете 3 корабля и 15000 тыс. р. Информация о количестве Ваших кораблей и денег располагается в левом нижнем углу экрана.

Распределяя корабли по зонам, Вы должны предусмотреть, что затраты на содержание корабля в зоне А составят 7500 тыс. р., в зоне Б – 10000 тыс. р., а если Вы оставите корабль в порту – 5500 тыс. р. За одну тонну пойманной рыбы Вы получите 100 тыс. р. Единицы измерения: рыба – в тоннах, деньги – в тысячах рублей.

После 15 лет-туров (игрового времени) Вы получите оценку своим действиям. *Управляя рыболовной компанией, постарайтесь получить максимальную прибыль, но не погубить популяции рыбы в зонах А и Б – от этого будет зависеть Ваша оценка.*

3.1. Исходное состояние

После загрузки программы на экране появится заставка программы «Рыболовство». Нажать пробел – на экране появится рабочее поле с изображением участка моря. В нижней части экрана расположен пульт управления программой. В левом нижнем углу располагается информация о количестве Ваших судов и денег. В правом нижнем углу – информация о количестве судов других компаний, ведущих рыбную ловлю в зонах А и Б.

3.2. Пульт управления

Пульт управления – это девять прямоугольников, на которых изображены функциональные клавиши и пиктограммы.

F1 – правила работы с программой; F2 – график изменения Вашего капитала по годам; F3 – графики количества кораблей, пойманной рыбы и прибыли; F4 – распределение кораблей по зонам; F5 – покупка кораблей; F6 – продажа кораблей; F7 – результат Ваших действий за год; F8 – переход к следующему году; F9 – выход из программы.

Если Вы нажмете клавишу F1 или подведете курсор мыши к этой пиктограмме, то на экране появится окно с текстом инструкции по работе с программой.

Если Вы нажмете клавишу F2 или подведете курсор мыши к этой пиктограмме, то на экране появится окно с графиком изменения Вашего капитала (в данном случае это деньги плюс стоимость кораблей) по годам.

Если Вы нажмете клавишу F3 или подведете курсор мыши к этой пиктограмме, то на экране появится окно с графиками изменения количества Ваших кораблей, пойманной рыбы и прибыли по годам.

Если Вы нажмете клавишу F4 или подведете курсор мыши к этой пиктограмме, то на экране появится окно, которое предназначено для распределения кораблей по зонам. Для увеличения количества ко-

раблей в зоне нажмите клавишу «вверх», для уменьшения – «вниз». Для выбора зоны используйте клавиши «влево», «вправо».

Если Вы нажмете клавишу F5 или подведете курсор мыши к этой пиктограмме, то на экране появится окно, в котором Вам предлагается купить корабли. Для увеличения количества купленных кораблей используйте клавишу «вверх», для уменьшения – «вниз». Если Вы работаете с мышкой, то подведите курсор мыши к изображению стрелки и нажмите левую кнопку мыши.

Если Вы нажмете клавишу F6 или подведете курсор мыши к этой пиктограмме, то на экране появится окно, в котором Вам предлагается продать корабли. Для увеличения количества проданных кораблей используйте клавишу «вверх», для уменьшения – «вниз». Если Вы работаете с мышкой, то подведите курсор мыши к изображению стрелки и нажмите левую кнопку мыши.

Если Вы нажмете клавишу F7 или подведете курсор мыши к этой пиктограмме, то на экране появится окно, в котором дается информация о результатах прошедшего года.

Если Вы нажмете клавишу F8 или подведете курсор мыши к этой пиктограмме, то на экране появится окно, в котором сообщается «Прошел год». Перед нажатием клавиши F8 Вы должны купить или продать корабли, если в этом есть необходимость, и распределить корабли по зонам для рыбной ловли. Затем нажмите клавишу F8. После чего Вы можете посмотреть итог Вашей деятельности за год и продолжить управление компанией.

Для выхода из программы необходимо нажать клавишу F9 или подвести курсор мышки к соответствующему прямоугольнику пульта управления и нажать левую кнопку.

3.3. Оценка деятельности

После 15 лет игрового времени на экран выдается оценка деятельности обучаемого. В верхней части экрана выводится информация о том, сколько рыбы осталось в зонах А и Б после 15 лет. А в нижней части экрана графически показывается динамика изменения численности популяции рыбы в зонах А и Б.

4. Порядок оформления практической работы

4.1. Название работы.

4.2. Цель работы.

4.3. Исходные данные.

4.4. Полученные результаты (по компьютеру).

4.5. Вывод (анализ полученных результатов).

Практическая работа № 12

Обучающая имитационная программа «МАЛАЯ РЕКА»

Цель работы: добиться рационального управления природно-промышленной системой при минимальном ущербе окружающей среде. Выбор оптимальных параметров функционирования системы для достижения максимальной прибыли от хозяйственной деятельности в бассейне реки с учетом затрат.

1. Общие сведения

Имитационная программа «Малая река» предназначена для использования в учебном процессе как одна из практических работ в курсах «Охрана природы и рациональное природопользование», «Основы экологии» для подготовки студентов и лиц, ответственных за планирование сельскохозяйственного производства и строительства, специалистов сельского хозяйства, работающих в прибрежных районах. Она способствует закреплению и развитию теоретических знаний по управлению экосистемой.

2. Описание программы

Для освоения работы с программой не требуется специальной подготовки. Знакомство с условиями работы за терминалом, с экологической системой и ее закономерностями, с целью обучения и оценочной деятельности обучаемого производит сама программа.

Программа «МАЛАЯ РЕКА» моделирует естественные процессы, происходящие в системе:

- участок реки;
- промышленное предприятие;
- животноводческий комплекс;
- сельскохозяйственные угодья;
- жилой поселок;
- передвижная станция контроля качества воды.

Описание элементов системы:

2.1. Участок реки длиной 8640 м, шириной 10 м, глубиной 3 м, средней скоростью течения 6 м/мин. Во время паводка скорость течения и расход воды в реке повышается.

2.2. Промышленное предприятие, расположенное на берегу реки на расстоянии 1800 метров от начала участка, загрязняющее воду реки стоками, содержащими органическое загрязняющее вещество (по БПК₅). Количество сточных вод зависит от интенсивности работы

предприятия, которая может изменяться от 0 до 150 условных единиц продукции в сутки. Производство единицы продукции дает $0,1 \text{ м}^3$ стоков с концентрацией органического загрязняющего вещества по БПК₅ – 2000 мг/л.

2.3. Животноводческий комплекс, расположенный на берегу реки на расстоянии 5400 метров от начала участка, на котором можно выращивать свиней (количеством от 0 до 2000 голов) или крупный рогатый скот (от 0 до 1000). На животноводческом комплексе в сутки на свинью образуется 4,5 литра навозной жижи с БПК₅ – 6000 мг/л, на корову 14 литров с БПК₅ – 8000 мг/л.

2.4. Сельскохозяйственные угодья, на которых можно выращивать пшеницу, рожь, ячмень, кукурузу, картофель. Для повышения урожайности есть возможность внесения азотных, калийных, фосфорных, органических удобрений, известкования почвы, применения ядохимикатов (метафоса – для борьбы с вредными насекомыми, цинеба – для борьбы с болезнями растений, атразина – для борьбы с сорняками). При использовании ядохимикатов и удобрений необходимо учитывать:

- дождевые и паводковые стоки будут загрязнять воду реки тем сильнее, чем больше внесено удобрений и ядохимикатов,
- накопление веществ, неусвоенных растениями, в почве влияет на величину загрязнения реки,
- существенное влияние на качество воды оказывают донные осадения.

2.5. Жилой поселок забирает воду реки для своих нужд. Если вода в реке не достаточно чистая, то затрачиваются средства на ее очистку. В модели установлен предел допустимых концентраций (ПДК) в мг/л по

кислороду	– не менее 4	мг/л,
БПК ₅	– не более 6	мг/л,
атразину	– не более 0,005	мг/л,
метафосу	– не более 0,02	мг/л,
цинебу	– не более 0,03	мг/л.

2.6. Передвижная станция контроля качества воды анализирует содержание кислорода, БПК₅, атразина, метафоса, цинеба в воде в любом выбранном месте участка реки.

3. Управление экосистемой

Работа обучаемого с программой состоит из последовательности туров, где каждый тур – управляющее воздействие на систему и получение результатов. Программа моделирует управление системой в течении пяти лет, где каждый год является одним туром.

Под управляющим воздействием понимается:

- выбор интенсивности работы промышленного предприятия,
- выбор количества голов скота для выращивания на ферме (свиньи или крупный рогатый скот),
- выбор методов очистки сточных вод промышленного предприятия и фермы,
- выбор сельскохозяйственных культур для выращивания в бассейне реки,
- выбор количества применяемых удобрений и ядохимикатов,
- размещение передвижной станции контроля качества воды,
- выбор мероприятий по охране чистоты реки.

3.1. Мероприятия по охране чистоты реки и их стоимость

Лесополоса

Выращивание древесной и кустарниковой растительности по берегам реки способствует уменьшению дождевого стока и выноса загрязняющих веществ. Влияние лесополосы растет с увеличением возраста лесополосы. Посадка лесополосы шириной 10 метров стоит 1000 р.

Вспашка

При работе с программой необходимо учесть, что разные виды вспашки обеспечивают уменьшение дождевого стока в разной степени:

- уплотненная на 16% (стоимость вспашки 100 га – 1000 р.),
- отвальная с микролиманами на 63% (1900 р.),
- безотвальная на 45% (1700 р.),
- отвальная глубиной 22–25 см на 62% (2500 р.),
- глубиной 35–37 см на 77% (3000 р.).

Очистка сточных вод

Для снижения концентрации загрязняющих веществ в сточных водах необходимо применять очистку. Использование механической очистки позволяет снизить концентрацию загрязняющих веществ, примерно, на 50%, биологической очистки – на 80%, биологической с доочисткой на 98%.

Стоимость механической очистки 1 куб.м сточных вод – 0,05 р., биологической – 0,38 р., биологической с доочисткой – 2 р.

Искусственная аэрация

Искусственная аэрация позволяет увеличить содержание кислорода в воде путем нагнетания воздуха в воду через аэраторы. Место искусственной аэрации можно изменять. При работе необходимо учесть, что концентрация кислорода зависит от концентрации органики (чем больше в воде органики, тем больше расходуется кислорода на ее разложение) и от температуры воды (чем выше температура, тем ниже

концентрация кислорода). Повышение содержания кислорода в воде на 2 мг/л с помощью искусственной аэрации стоит 366 р. в месяц.

3.2. Прибыль

Прибыль от ведения хозяйственной деятельности складывается из прибыли, полученной от реализации условной продукции предприятия – 12 р. за единицу, животноводческого комплекса – (100*количество свиней) или (200*количество коров) р. в год; урожая пшеницы, ячменя – 30 р. за центнер; ржи – 28; кукурузы – 12; картофеля – 10 р. за центнер.

3.3. Затраты

Затраты складываются из затрат на осуществление природоохранных мероприятий (см. выше) и затрат на внесение удобрений и ядохимикатов. Стоимость внесения метафоса (на каждый гектар по 1 кг) – 434 р., атразина – 1600 р., цинеба – 600 р., азотных удобрений – 400 р., калийных – 400 р., фосфорных – 400 р., органических (на каждый га по 1 т) – 2000 р., известкования – 2000 р.

3.4. Экономический ущерб

Экономический ущерб зависит от качества воды в реке и складывается из потерь, связанных с ухудшением функционирования основных фондов промышленного предприятия; дополнительных затрат на очистку воды для жилого поселка; потерь из-за заболеваемости населения; затрат учреждений здравоохранения в связи с заболеваемостью населения; собственных затрат населения, связанных с поездками на отдых в другие места.

4. Порядок работы с программой

4.1. Начало работы

Включить компьютер. Загрузить Обучающую имитационную программу «МАЛАЯ РЕКА». После загрузки программы на экране появится заставка программы «МАЛАЯ РЕКА».

В начале каждого тура задаются параметры функционирования системы: интенсивность работы промышленного предприятия, поголовье скота для выращивания на ферме (в начале игры), методы очистки сточных вод предприятия и фермы, полевая культура для выращивания на прибрежных полях, количество применяемых удобрений и пестицидов, вид вспашки, ширина лесопосадок вдоль реки.

После задания параметров на экране можно наблюдать динамику концентраций кислорода, БПК₅, атразина, цинеба, метафоса в речной воде. Шаг вычислений один месяц. Можно посмотреть динамику

концентраций веществ после дождя, а также изменение концентраций веществ вдоль реки в выбранном месяце (клавиши F8 и F9 соответственно).

По окончании тура на экран выдается информация о полученной за год прибыли и экономическом ущербе от загрязнения реки. После окончания 5 лет игрового времени программа дает оценку деятельности обучаемого.

4.2. Описание разделов меню

– ПОМОЩЬ:

– ПРАВИЛА РАБОТЫ – правила работы с программой (на экран выдается информация о моделируемой экологической системе, о цели игры, о возможных управляющих воздействиях на систему, о стоимости природоохранных мероприятий и т.д.);

– ОБЩАЯ СХЕМА МОДЕЛИ – схема взаимодействия блоков системы (т.е. графическое изображение связей, моделируемых в программе);

– ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ – информация о природоохранных мероприятиях, моделируемых в программе (т.е. информация об эффективности разных методов очистки сточных вод, о влиянии разных видов вспашек на уменьшение дождевого стока, о влиянии лесополосы и искусственной аэрации);

– ТЕКУЩАЯ ОЦЕНКА – оценка деятельности обучаемого по турам (дается сообщение о полученной прибыли и экономическом ущербе за прошедшие туры игры);

– УПРАВЛЕНИЕ:

– ПРЕДПРИЯТИЕ – выбор интенсивности работы предприятия;

– ФЕРМА – выбор количества голов скота (свиньи или крупный рогатый скот) для выращивания на ферме;

– УРОЖАЙ – выбор полевой культуры и количеств применяемых удобрений и пестицидов;

– ВСПАШКА – выбор вида вспашки;

– ЛЕСОПОЛОСА – выбор ширины лесополосы;

– АЭРАЦИЯ – выбор места искусственной аэрации;

– СЧЕТ – выбор расположения передвижной станции контроля качества воды и вычисление концентраций загрязняющих веществ в воде.

4.3. Описание используемых функциональных клавиш

F8 – динамика концентраций после дождя (просмотр изменения концентраций веществ в реке в течение 48 часов после дождя);

F9 – концентрации загрязняющих веществ вдоль реки (дается возможность посмотреть как изменяется содержание веществ в воде по всей длине участка реки);

Esc – выход в операционную систему.

4.4. Наблюдаемые процессы и решаемые задачи **ВТОРИЧНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ**

В первый год внести в почву большие дозы удобрений и ядохимикатов, во второй год не вносить вообще. Наблюдать на втором году концентрации веществ, попавших в воду за счет вторичного загрязнения, т.е. за счет взмыва донных осадений и выноса веществ, неуловленных растениями и оставшихся в почве.

УРОЖАЙНОСТЬ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Задавать разные дозы удобрений и ядохимикатов и наблюдать за изменениями урожайности.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИРОДООХРАННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Каждый год задавать разные природоохранные воздействия (например, поочередно задавать методы очистки сточных вод: 1-й год без очистки, 2-й год – механическая очистка, 3-й год – биологическая, 4-й – биологическая с доочисткой), оставляя без изменения другие управляющие воздействия, и наблюдать изменения концентраций веществ в реке и экономические характеристики. Определить оптимальный метод очистки сточных вод предприятия, работающего с максимальной интенсивностью, и фермы с максимальным поголовьем скота.

ВОЗРАСТ ЛЕСОПОЛОСЫ

В первый год посадить лесополосу, внести в почву удобрения и ядохимикаты. В первый и последующие годы управляющие воздействия задавать одинаковыми и наблюдать за концентрациями и уменьшением экономического ущерба от загрязнения воды. Дозы веществ, вносимых в почву, не должны быть большими, чтобы не вызвать вторичного загрязнения.

ВЫНОС ВЕЩЕСТВ С ПОЛЕЙ ДОЖДЕВЫМИ СТОКАМИ

Вносить разные дозы удобрений и ядохимикатов и наблюдать за изменением концентраций веществ в воде.

4.5. Примеры работы с программой

4.5.1. Погоня за прибылью

Задаем параметры с целью получить максимальную прибыль, мало заботясь о чистоте воды (экономя на этом):

интенсивность работы промышленного предприятия – 150;

очистка сточных вод предприятия – механическая;

поголовье скота – 2000 свиней;

очистка сточных вод фермы – механическая;

сельскохозяйственная культура – картофель;

удобрения (азотные – 50 кг/га, фосфорные – 45 кг/га, калийные – 45 кг/га, органические – 10 т/га, известкование – 1 т/га);

пестициды (метафос – 30 кг/га, цинеб – 3 кг/га, атразин – 6 кг/га);

вспашка – уплотненная;

лесополоса шириной 30 м;
получится результат за первый год;
прибыль – 1442 тыс. р.; затраты – 123 тыс. р.

Итог: экономический ущерб – 400.8 тыс. р. Слишком большой экономический ущерб говорит о том, что необходимо больше внимания уделять природоохранным мероприятиям. Необходимо улучшить очистку сточных вод, применять меньшее количество удобрений и пестицидов.

4.5.2. Большие затраты на природоохранные мероприятия

Задаем параметры:

интенсивность работы промышленного предприятия – 150; очистка сточных вод предприятия – биологическая; поголовье скота – 2000 свиней; очистка сточных вод фермы – биологическая с доочисткой; сельскохозяйственная культура – пшеница; удобрения (азотные – 20 кг/га; фосфорные – 25 кг/га; калийные – 20 кг/га, органические – 5 т/га); известкование – 1 т/га; пестициды (метафос – 15 кг/га, цинеб – 2 кг/га, атразин – 3 кг/га; вспашка – глубиной 35–37 см; лесополоса шириной 30 м.

Итог: за первый год прибыль – 1096,4 тыс. р.; затраты – 185,9 тыс. р. Экономический ущерб – 0 тыс. р. – значит, управление системой ведется правильно. Получена высокая прибыль и обеспечена чистота воды в реке.

4.6. Оценка действий

По окончании пяти лет игрового времени программа подводит оценку деятельности обучаемого по полученной прибыли и нанесенному экономическому ущербу.

Оценка «отлично» выставляется обучаемому, если он получит прибыль 5 млн р. и экономический ущерб 0 р. При худших показателях оценка соответственно снижается.

5. Порядок оформления практической работы

5.1. Название работы, цель работы.

5.2. Исходные данные.

5.3. Полученные результаты (оценка действий обучаемого по компьютеру п. 4.6).

5.4. Вывод (анализ полученных результатов).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ОНД-1-84 Инструкция о порядке рассмотрения, согласования и экспертизы воздухоохраных мероприятий и выдачи разрешений на выброс загрязняющих веществ в атмосферу по проектным решениям. – М.: Госкомгидромет, 1984. – 22 с.
2. Инструкция о порядке исчисления и уплаты налога за использование природных ресурсов (экологического налога) / Сб. норм. док. по вопросам охраны окружающей среды / сост. Р.К. Кожевникова. – Вып. 53. – Мн.: БелНИЦ «Экология», 2005. – С. 73–118.
3. О ставках налога за использование природных ресурсов (экологического налога). Указ Президента Республики Беларусь № 215 От 07.05.2007 // Минск: Информбанк, 18.05.2007. – № 36, С. 2–6.
4. Методика 0212.4.-97. Временная методика определения размера экономического ущерба, причиненного загрязнением, деградацией и нарушением земель. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>; <http://www.pravoby.info/index.htm>
5. Методика подсчета убытков причиненных государству нарушением водного законодательства. Утв. Мин.природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ 06.0.1.1995.- Режим доступа - <http://www.levonevski.net/pravo/temy/tema32/vtor/docm1639.html>
6. Состояние природной среды Беларуси: Ежегодный экологический бюллетень. 2007 г. Под ред. В.Ф. Логинова Мн.: «Минсктиппро-ект», 2008. – 376 с.
7. Методика расчета и предъявления претензий и исков за сверхнормативное загрязнение атмосферного воздуха. / Разр.БелНИЦ «Экология» (пр. Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ от 22.07.96г. №166).- Режим доступа - <http://www.levonevski.net/pravo/razdelb/text1208>
8. В.В. Ананишнов, О.В. Ананишнова. Экономика природопользования: Методические указания и контрольные задания / Министерство РФ по связи и информатизации. Санкт-Петербургский гос. университет телекоммуникаций им. М.А. Бонч-Бруевича.– режим доступа - <http://dvo.sut.ru/libr/eius/i190anae/met.htm>
9. Гирусов Э.В. и др. Экология и экономика природопользования: учебн. для вузов. – М: Закон и право, ЮНИТИ,1998. – 455 с.
10. Неверов А.В. Экономика природопользования. Мн.: Вышэйшая шк., 1990. – 230 с.

Репозиторий ВГУ