

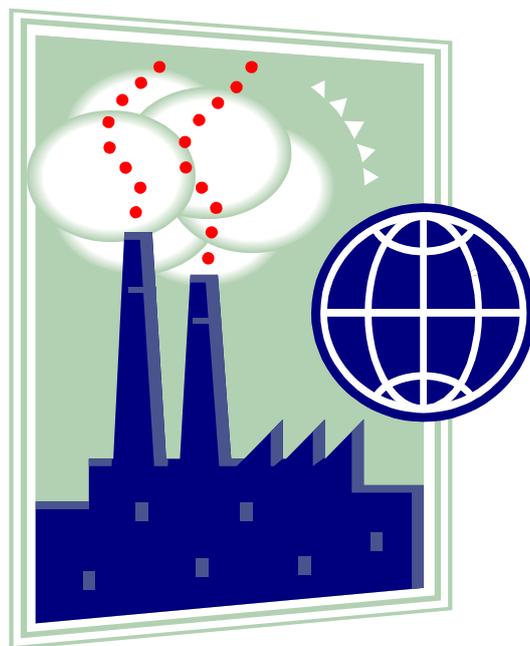
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ  
ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Зверева Л.А.

**УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Методическое пособие для студентов направления подготовки

20.04.02 Природообустройство и водопользование



Брянская область 2018г

УДК 504.06 (076)

ББК 20.18

З 43

Зверева, Л. А. Управление качеством окружающей среды: методическое пособие для студентов направления подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование / Л. А. Зверева. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 37 с.

Методическое пособие «Управление качеством окружающей среды» предназначено для студентов направления подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование.

Магистр направления «Природообустройство и водопользование» должен уметь принимать решения, используя теоретические знания, полученные при изучении курса «Управление качеством окружающей среды», «Управление земельными ресурсами», «Экономика природопользования».

Рецензент: кандидат технических наук, доцент Мельникова Е.А.

*Рекомендовано методической комиссией института энергетики и природопользования Брянского ГАУ, протокол № 8 от 28.06. 2018 года.*

© Брянский ГАУ, 2018

© Зверева Л.А., 2018

## Содержание

Введение .....	4
1 Вопросы для зачета.....	5
2 Практические задания .....	6
Задание 1. Решение задач в водохозяйственной отрасли.....	6
Задание 2. «Выбор экологичного топлива для котельных по эколого-экономическим критериям».....	22
Задание 3. Прогноз изменения содержания гумуса на севообороте.....	28

## Введение

Магистр направления «Природообустройство и водопользование» должен уметь принимать решения, используя теоретические знания, полученные при изучении курса «Управление качеством окружающей среды», «Управление земельными ресурсами», «Экономика природопользования».

Процесс принятия решений существенно облегчается при решении задач по определенной тематике, представленной в данных методических указаниях.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

ОПК-3: готовностью к изучению, анализу и сопоставлению отечественного и зарубежного опыта по разработке и реализации проектов природообустройства и водопользования

ОПК-4: способностью использовать знания методов принятия решений при формировании структуры природно-техногенных комплексов, методов анализа эколого-экономической и технологической эффективности при проектировании и реализации проектов природообустройства и водопользования

ПК-3: способностью обеспечивать соответствие качества проектов природообустройства и водопользования международным и государственным нормам и стандартам

ПК-6: способностью формулировать цели и задачи исследований, применять знания о методах исследования при изучении природных процессов, при обследовании, экспертизе и мониторинге состояния природных объектов, объектов природообустройства и водопользования.

## 1 Вопросы для зачета

1. Понятия и сущность управления.
2. Понятия и определения окружающей среды.
3. Окружающая среда как среда жизни человека.
4. Нормирование в области охраны окружающей среды.
5. Оценка состояния окружающей природной среды.
6. Оценка геоэкологического состояния окружающей природной среды.
7. Нормативные документы в области охраны окружающей среды.
8. Экологические проблемы качества окружающей среды.
9. Законодательство в области охраны окружающей среды.
10. Международное сотрудничество Российской Федерации.
11. Государственная экологическая экспертиза и государственная экспертиза.
12. Лицензирование на осуществление деятельности по обезвреживанию и размещению отходов.
13. Организационные, технологические и архитектурно-планировочные мероприятия.
14. Экономическое регулирование и финансирование природоохранной деятельности.
15. Государственный экологический контроль.
16. Особо охраняемые природные территории.
17. Мониторинг окружающей среды.
18. Красная книга РФ и субъектов РФ.
19. Научно-технические и технологические разработки.
20. Экологическое образование и просвещение.
21. Инструменты управления качеством окружающей среды на уровне предприятия.
22. Технология контроля «на конце трубы».
23. Экологический менеджмент.
24. Инструменты управления качеством окружающей среды на уровне населения.

## 2 Практические задания

### Задание 1. Решение задач в водохозяйственной отрасли

#### Задача 1

Рассчитать приходную часть годового водохозяйственного баланса для створа водохранилища при следующих данных:

1. Средний годовой расход стока  $Q_{ст}, = 10 \text{ м}^3/\text{с}$
2. Годовой объём потребления:
  - в промышленности  $W_{пр}, = 20 \text{ млн.м}^3$
  - в коммунально-бытовом хозяйстве  $W_{кб}, = 30 \text{ млн.м}^3$
  - для орошения  $W_{ор}, = 40 \text{ млн.м}^3$
3. Все потребители воды расположены в верхнем бьефе.
4. Система водоснабжения в промышленности – обратная.
5. Коэффициент возврата коммунально-бытового хозяйства  $K_{вв кб} = 0,8$ .
6. Коэффициент возврата с орошаемых полей  $K_{вв ор} = 0,15$ .

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q_{ст}, \text{ м}^3/\text{с}$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$W_{пр}, \text{ млн.м}^3$	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
$W_{кб}, \text{ млн.м}^3$	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
$W_{ор}, \text{ млн.м}^3$	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49

#### Решение

Рассчитываем объёмы возвратных вод:

$$W_{вв кб} = K_{вв кб} \times W_{кб} = 0,8 \times 30 = 24 \text{ млн.м}^3$$

$$W_{вв ор} = K_{вв ор} \times W_{ор} = 0,15 \times 40 = 6 \text{ млн.м}^3$$

Годовой объём стока

$$W_{ст} = Q_{ст} \times t = 10 \times 31560000 \text{ млн.м}^3$$

$t$  – число секунд в году,  $t = 31,56 \times 10^6 \text{ с/год}$

Приходная часть ВХБ

$$W_{прих} = W_{ст} + W_{вв кб} + W_{вв ор} = 315,6 + 24 + 6 = 345,6 \text{ млн.м}^3$$

## Задача 2

Рассчитать расходную часть годового водохозяйственного баланса при следующих условиях:

1. Санитарный расход  $Q_{с,} = 10 \text{ м}^3/\text{с}$
2. Годовые объёмы водопотребления:
  - в промышленности  $W_{пр,} = 100 \text{ млн.м}^3$
  - в коммунально-бытовом хозяйстве  $W_{кб,} = 20 \text{ млн.м}^3$
  - для орошения  $W_{ор,} = 50 \text{ млн.м}^3$
3. Все потребители воды расположены в верхнем бьефе.
4. Система водоснабжения в промышленности – прямоточная.
5. Коэффициенты возврата коммунально-бытового хозяйства  $K_{вв кб} = 0,8$ ; с орошаемых полей  $K_{вв ор} = 0,15$ ; промышленности  $K_{вв пр} = 0,9$ .
6. Коэффициенты разбавления коммунально-бытового хозяйства  $K_{разб кб} = 4$ ; с орошаемых полей  $K_{разб ор} = 3$ ; промышленности  $K_{разб пр} = 5$ .

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q_{ст,} \text{ м}^3/\text{с}$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$W_{пр,} \text{ млн.м}^3$	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
$W_{кб,} \text{ млн.м}^3$	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
$W_{ор,} \text{ млн.м}^3$	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95

### Решение

Определим объёмы возвратных вод

$$W_{вв кб} = K_{вв кб} \times W_{кб} = 0,8 \times 20 \times 10^6 = 16 \text{ млн.м}^3$$

$$W_{вв ор} = K_{вв ор} \times W_{ор} = 0,15 \times 50 \times 10^6 = 7,5 \text{ млн.м}^3$$

$$W_{вв пр} = K_{вв пр} \times W_{пр} = 0,9 \times 100 \times 10^6 = 90 \text{ млн.м}^3$$

Объёмы воды на разбавление возвратных вод

$$W_{разб кб} = K_{разб кб} \times W_{вв кб} = 4 \times 16 \times 10^6 = 64 \text{ млн.м}^3$$

$$W_{разб ор} = K_{разб ор} \times W_{вв ор} = 3 \times 7,5 \times 10^6 = 22,5 \text{ млн.м}^3$$

$$W_{разб пр} = K_{разб пр} \times W_{вв пр} = 5 \times 90 \times 10^6 = 450 \text{ млн.м}^3$$

Объём санитарного попуска

$$W_{сан} = Q_{ст} \times t = 10 \times 31,56 \times 10^6 = 315,6 \text{ млн.м}^3$$

$t$  – число секунд в году,  $t =$

Расходная часть

$$W_{\text{расходн}} = W_{\text{кб}} + W_{\text{ор}} + W_{\text{пр}} + W_{\text{раб ор}} + W_{\text{разб пр}} + W_{\text{разб кб}} + W_{\text{сан}} =$$

$$W_{\text{расходн}} = 100 + 50 + 20 + 450 + 22,5 + 64 + 315,6 = 1022,1 \text{ млн.м}^3$$

### Задача 3

Рассчитать годовой водохозяйственный баланс при следующих данных:

1. Годовой объём стока с учётом потерь  $W_{\text{ст}} = 380 \text{ млн.м}^3$
2. Расход санитарного попуска  $Q_{\text{с}} = 10 \text{ м}^3/\text{с}$
3. Площадь орошаемых земель, расположенных в верхнем бьефе гидроузла  $F_{\text{ор}} = 12 \text{ тыс. га}$ ;
4. Оросительная норма  $M = 4000 \text{ м}^3/\text{га}$
5. Коэффициент возврата с орошаемых полей  $K_{\text{вв ор}} = 0,15$ .
6. Коэффициенты разбавления; с орошаемых полей  $K_{\text{разб ор}} = 3$ ;
7. КПД = 0,8

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q_{\text{с}}, \text{ м}^3/\text{с}$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$W_{\text{ст}}, \text{ млн.м}^3$	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390
$F_{\text{ор}}, \text{ тыс.га}$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

### Решение

Рассчитываем объём водопотребления на нужды орошения

$$W_{\text{ор}} = F \times M / \text{КПД} = 12 \times 10^3 \times 4000 / 0,8 = 60 \text{ млн.м}^3$$

Определим объём возвратных вод

$$W_{\text{вв ор}} = K_{\text{вв ор}} \times W_{\text{ор}} = 0,15 \times 60 = 9 \text{ млн.м}^3$$

Объёмы воды на разбавление возвратных вод

$$W_{\text{разб ор}} = K_{\text{разб ор}} \times W_{\text{ор}} = 3 \times 9 = 27 \text{ млн.м}^3$$

Объём санитарного попуска

$$W_{\text{сан}} = Q_{\text{ст}} \times t = 10 \times 31,56 = 315,6 \text{ млн.м}^3$$

$t$  – число секунд в году,  $t =$

Приходная часть ВХБ

$$W_{\text{прих}} = W_{\text{ст}} + W_{\text{вв ор}} = 380 + 9 = 389 \text{ млн.м}^3$$

Расходная часть

$$W_{\text{расходн}} = W_{\text{ор}} + W_{\text{разб ор}} + W_{\text{сан}} = 60 + 27 + 315,6 = 402,6 \text{ млн.м}^3$$

$$\text{ВХБ} = W_{\text{прих}} - W_{\text{расходн}} = 389 - 402,6 = -13,6 \text{ млн.м}^3$$

Если ВХБ < 0, то необходимо применить управление

#### Задача 4

Рассчитать годовой водохозяйственный баланс для створа водохранилища при следующих данных:

1. Годовой объём стока с учётом потерь  $W_{\text{ст}} = 85 \text{ млн.м}^3$
2. Санитарный попуск  $W_{\text{сан}} = 60 \text{ млн.м}^3$
3. Число городских жителей  $N = 50 \text{ тыс. чел.}$
4. Норма водопотребления для населения  $q = 400 \text{ л/сут*чел}$
5. Коэффициент возврата коммунально-бытового хозяйства  $K_{\text{вв кб}} = 0,8$ ;
6. Коэффициент разбавления коммунально-бытового хозяйства  $K_{\text{разб кб}} = 5$ ;
7. КПД = 0,7

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$W_{\text{сан}}$ , млн.м <sup>3</sup>	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
$W_{\text{ст}}$ , млн.м <sup>3</sup>	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
N, тыс. чел.	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59

#### Решение

Рассчитываем объём водопотребления на нужды городского населения  $W_{\text{кб}} = N \times q \times 10^{-3} \times 365 / \text{КПД} = 50 \times 10^{-3} \times 400 \times 10^{-3} \times 365 / 0,7 = 10,4 \text{ млн.м}^3$

Определим объём возвратных вод

$$W_{\text{вв кб}} = K_{\text{вв кб}} \times W_{\text{кб}} = 0,8 \times 10,4 = 8,3 \text{ млн.м}^3$$

Объёмы воды на разбавление возвратных вод

$$W_{\text{разб кб}} = K_{\text{разб кб}} \times W_{\text{вв кб}} = 5 \times 8,3 = 41,5 \text{ млн.м}^3$$

Приходная часть ВХБ

$$W_{\text{прих}} = W_{\text{ст}} + W_{\text{вв кб}} = 85 + 8,3 = 93,3 \text{ млн.м}^3$$

Расходная часть

$$W_{\text{расходн}} = W_{\text{кб}} + W_{\text{разб кб}} + W_{\text{сан}} = 10,4 + 41,5 + 60 = 111,9 \text{ млн.м}^3$$

$$ВХБ = W_{\text{прих}} - W_{\text{расходн}} = 93,3 - 111,9 = -18,6 \text{ млн.м}^3$$

Если  $ВХБ < 0$ , то необходимо применить управляющее воздействие с целью увязки ВХБ

Так, как  $W_{\text{разб кб}} < W_{\text{сан}} = 18,5 \text{ млн.м}^3$ , то управляющим воздействием может быть направление очищенных городских стоков в нижний бьеф и объёмов для разбавления их не потребуется

$$ВХБ = W_{\text{ст}} - W_{\text{кб}} - W_{\text{сан}} = 85 - 10,4 - 60 = 14,6 \text{ млн.м}^3$$

### Задача 5

Рассчитать годовой водохозяйственный баланс для створа водохранилища и применить управляющее воздействие при следующих данных:

Санитарный расход  $Q_c = 18 \text{ м}^3/\text{с}$

1. Годовые объёмы водопотребления:

- в промышленности  $W_{\text{пр}} = 26 \text{ млн.м}^3$

- в коммунально-бытовом хозяйстве  $W_{\text{кб}} = 24 \text{ млн.м}^3$

2. Объём попуска из вышележащего водохранилища  $W_{\text{ст}} = 60 \text{ млн.м}^3$

3. Энергетический попуск в нижний бьеф  $W_{\text{эн}} = 60 \text{ млн.м}^3$

4. Объём попуска из вышележащего водохранилища  $W_{\text{ст}} = 80 \text{ млн.м}^3$

5. Объём подземных вод, возможных для использования (гидравлически не связанных с речным стоком)  $W_{\text{пз}} = 20 \text{ млн.м}^3$

6. Коэффициенты возврата коммунально-бытового хозяйства  $K_{\text{вв кб}} = 0,8$ ; промышленности  $K_{\text{вв пр}} = 0,9$ .

7. Коэффициенты разбавления коммунально-бытового хозяйства  $K_{\text{разб кб}} = 5$ ; промышленности  $K_{\text{разб пр}} = 10$ .

8.

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$W_{\text{ст, млн.м}^3}$	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
$W_{\text{пр, млн.м}^3}$	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
$W_{\text{кб, млн.м}^3}$	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
$W_{\text{пз, млн.м}^3}$	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
$W_{\text{эн, млн.м}^3}$	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69

### Решение

Определим объём возвратных вод и на разбавление возвратных вод промышленного предприятия

$$W_{\text{вв пр}} = K_{\text{вв пр}} \times W_{\text{пр}} = 0,9 \times 26 = 23,4 \text{ млн.м}^3$$

$$W_{\text{разб пр}} = K_{\text{разб пр}} \times W_{\text{вв пр}} = 10 \times 23,4 = 234 \text{ млн.м}^3$$

Коммунально-бытовое хозяйство использует подземные воды. Из водохранилища для КБХ используются

$$W_{\text{кб.в}} = W_{\text{кб}} - W_{\text{пз}} = 24 - 20 = 4 \text{ млн.м}^3$$

Объём возвратных вод и на разбавление возвратных вод КБХ

$$W_{\text{вв кб}} = K_{\text{вв кб}} \times W_{\text{кб}} = 0,8 \times 24 = 19,2 \text{ млн.м}^3$$

$$W_{\text{разб кб}} = K_{\text{разб кб}} \times W_{\text{вв кб}} = 5 \times 19,2 = 86 \text{ млн.м}^3$$

$$W_{\text{эн}}, \text{ ВХБ} = W_{\text{прих}} - W_{\text{расходн}} = W_{\text{ст}} + W_{\text{вв пр}} + W_{\text{вв кб}} - W_{\text{пр}} - W_{\text{кб}} - W_{\text{разб кб}} - W_{\text{разб пр}} -$$

$$\text{ВХБ} = 80 + 23,4 + 19,2 - 26 - 4 - 60 - 234 - 86 = -287,4 \text{ млн.м}^3$$

Необходимо управляющее воздействие

В качестве управляющего воздействия может быть принято введение оборотного водоснабжения в промышленности. В этом случае

$$W'_{\text{вв пр}} = 0; W'_{\text{разб пр}} = 0; W'_{\text{пр}} = 0,2 W_{\text{пр}}$$

Расчётный ВХБ

$$\text{ВХБ}' = W_{\text{ст}} + W_{\text{вв кб}} - W'_{\text{пр}} - W_{\text{кб.в}} - W_{\text{разб кб}} - W_{\text{эн}}$$

$$= 80 + 19,2 - 0,2 \times 26 - 4 - 86 - 60 = -56 \text{ млн.м}^3$$

Поскольку  $\text{ВХБ}' < 0$ , то принятое управляющего воздействия недостаточно. Следующее воздействие, которое можно применить, это снижение коэффициента разбавления сточных вод за счёт их лучшей очистки. В этом случае объём воды, необходимый для их разбавления

$$W'_{\text{разб кб}} = 2 W_{\text{разб кб}} / K_{\text{разб кб}} = 2 \times 86 / 5 = 34,4 \text{ млн.м}^3$$

Экономия воды

$$\text{Э}_{\text{кб}} = W_{\text{разб кб}} - W'_{\text{разб кб}} = 86 - 34,4 = 51,6 \text{ млн.м}^3$$

Поскольку экономия воды не покрывает её недостачу

$\text{Э}_{\text{кб}} < \text{ВХБ}'$   $51,6 < 56,0$ , необходимо применить ещё одно управляющее воздействие

Так как, объём воды, необходимый для разбавления КБВ, меньше энергетических попусков, то сточные воды КБВ можно направить в нижний бьеф, они будут разбавлены энергетическими попусками, а в водохранилище объёма воды для их разбавления не понадобится.

$$V_{ХБ} = W_{ст} - W'_{пр} - W_{кб.в} - W_{эн} = 80 - 0,2 \times 26 - 4 - 60 = 10,8 \text{ млн.м}^3$$

### Задача 6

Построить производственную функцию промышленного водопотребителя при следующих данных

1. Объём водных ресурсов  $W_{год}$ , млн.м<sup>3</sup>
2. Вид промышленной продукции медь
3. Норма водопотребления для меди  $q = 500 \text{ м}^3/\text{т}$  в год;
4. КПД системы водоснабжения  $\eta = 0,9$

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$W_{год}$ , млн.м <sup>3</sup>	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490

### Решение

Используется нормативный способ построения производственной функции. Объём промышленной функции

$$B = W \times t \times \eta / q$$

$$B = \frac{400 \times 0,9}{500} = 0,72 \text{ млн. т}$$

### Задача 7

Определить количество городских жителей, которых можно обеспечить водой, при следующих данных:

1. Объём водных ресурсов  $W_{год}$ , млн.м<sup>3</sup>
2. Норма водопотребления, зависящая от степени благоустройства  $q_{кб} = 200 \text{ л/сут.чел.}$
3. КПД системы водоснабжения  $\eta = 0,8$

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$W_{год}$ , млн.м <sup>3</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

## Решение

Используется нормативный способ построения производственной функции. Объём промышленной функции

$$N = W \times \eta / q_{кб} \times t$$

$$N = \frac{5000000 \times 0,8}{365 \times 0,200} = 54,8 \text{ тыс. чел.}$$

## Задача 8

Построить производственную функцию орошаемого земледелия при следующих данных:

1. Имеется следующий ряд наблюдений за изменением урожайности по годам в зависимости от оросительной нормы, представленный в таблице 8.1.

Таблица 8.1 Урожайность по годам

У, ц/га	150	100	250	225	125	150	125	200	175	175
М, тыс.м <sup>3</sup> /га	1,0	0,3	2,0	1,5	0,5	0,75	0,6	1,25	1,25	1,15

2. Вид сельскохозяйственной культуры – однолетние травы;
3. Район- Центральный чернозёмный
4. Площадь занятая культурой F, тыс.га;
5. КПД оросительной системы  $\eta = 0,8$

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F, тыс.га	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10

## Решение

Используется статистический способ построения производственной функции. Производственная функция при этом может быть построена в виде следующих зависимостей

$$y = f(W); \quad (8.1) \quad \bar{y} = f(\hat{W}/W_{\text{опт}}); \quad (8.2) \quad W = \frac{M \times F}{\eta}; \quad (8.3) \quad W_{\text{опт}} = \frac{M_{\text{опт}} \times F}{\eta}; \quad (8.4)$$

$$Y = y \times F; \quad (8.5) \quad \bar{y} = \frac{y}{y_{\text{max}}} \quad (8.6)$$

где  $y$  – урожайность;

$W$  - объём водных ресурсов за сезон, использованных для орошения с/х-ной культуры за год;

$M$  – оросительная норма;

$\bar{y}$  – относительная урожайность;

$U_{\max}$  – урожайность при оптимальном увлажнении и других оптимальных условиях (агротехнических, погодных);

$F$ - площадь, занятая культурой;

$\eta$  - КПД оросительной сети.

Построим производственную функцию в виде зависимости  $\bar{y} = f(\hat{W}/W_{\text{опт}})$ . Как видим из таблицы 8.1  $M_{\text{опт}} = 2000 \text{ м}^3/\text{га}$ . Следовательно  $W_{\text{опт}} = 25 \text{ млн.м}^3$ .

Расчёты приводим в таблице 8.3.

Таблица 8.3 - Расчёт производственной функции

у, ц/га	У, ц	M, тыс.м <sup>3</sup> /га	W <sub>год</sub> , млн.м <sup>3</sup>	$\bar{y}$	$\hat{W}$
150	1500	1,0	12,5	0,6	0,5
100	1000	0,3	3,75	0,4	0,15
250	<b>2500</b>	2,0	<b>25,00</b>	1,0	1,0
225	2250	1,5	18,75	0,9	0,75
125	1250	0,5	6,25	0,5	0,25
150	1500	0,75	9,73	0,6	0,39
125	1250	0,6	7,50	0,5	0,30
200	1500	1,25	15,62	0,8	0,62
175	1750	1,25	15,62	0,7	0,62
175	1750	1,15	14,38	0,7	0,58

По данным таблицы 8.3 строим производственную функцию

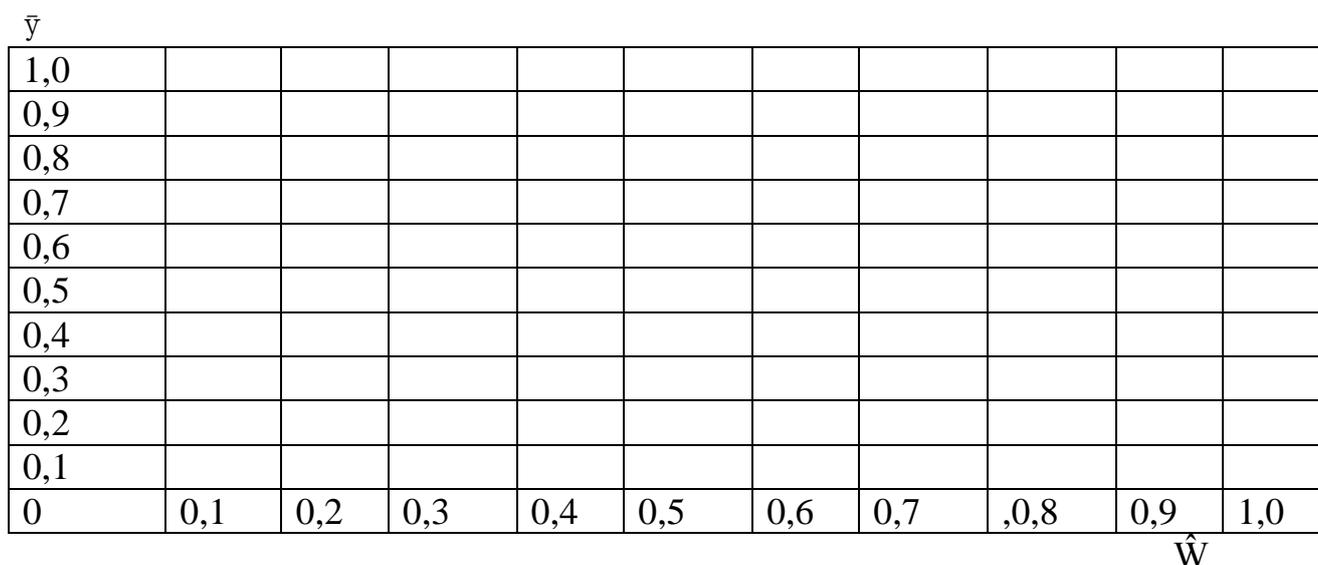


Рис. 8.1. Производственная функция орошаемого земледелия

## Задача 9

Построить производственную функцию рыбного хозяйства при следующих данных:

1. Зависимость численности популяции белуги (N) в азовском море от величины речного стока в море (W), представленный в таблице 9.1.

2.

Таблица 9.1 Зависимость численности популяции белуги при различных управлениях

Варианты	1	N, шт	100	200	250	400	450	120	250	300	350	400
		W, км <sup>3</sup>	20	25	30	35	40	20	25	30	35	40
	2	N, шт	110	210	240	410	440	125	260	310	340	410
		W, км <sup>3</sup>	21	22	31	32	41	21	22	32	33	41
	3	N, шт	120	220	240	410	430	124	255	320	340	420
		W, км <sup>3</sup>	24	25	32	34	45	22	25	30	36	42
	4	N, шт	100	230	250	420	450	126	260	330	360	400
		W, км <sup>3</sup>	22	26	30	35	40	20	28	32	34	40
	5	N, шт	100	200	250	400	450	120	250	300	350	430
		W, км <sup>3</sup>	24	25	32	34	45	22	25	30	36	42
	6	N, шт	120	220	240	410	430	124	255	320	340	420
		W, км <sup>3</sup>	23	26	32	33	45	25	24	32	34	40
	7	N, шт	110	210	240	410	440	125	260	310	340	410
		W, км <sup>3</sup>	20	22	34	36	42	24	26	34	36	46
	8	N, шт	115	240	270	430	460	122	250	320	350	430
		W, км <sup>3</sup>	21	22	31	32	41	21	22	32	33	41
	9	N, шт	110	210	240	410	440	130	240	310	320	420
		W, км <sup>3</sup>	20	22	34	36	42	24	26	34	36	46
	10	N, шт	120	220	240	410	430	124	255	320	340	420
		W, км <sup>3</sup>	24	25	32	34	45	22	25	30	36	42

### Пример решения

Таблица 9.1 Зависимость численности популяции белуги при различных управлениях

Численность, тыс. шт.	100	200	250	400	450	120	250	300	350	400
Величина стока, км <sup>3</sup>	20	25	30	35	40	20	25	30	35	40

Используется статистический способ построения производственной функции. Производственная функция при этом может быть построена в виде следующих зависимостей

$$\tilde{N}=f(\hat{W}); \quad (9.1) \quad \tilde{N} = \frac{N}{N_{max}}; \quad (9.2) \quad \hat{W} = \frac{W}{W_{max}}; \quad (9.3)$$

где  $N$  – численность популяции;

$N_{max}$ - максимальная численность популяции при благоприятных условиях;

$W$  – величина стока реки в море;

$W_{max}$  – максимальная величина речного стока в Азовское море.

Построим производственную функцию в виде зависимости  $\tilde{N}=f(\hat{W})$ ;

Расчёты приводим в таблице 9.2.

Таблица 9.2 Производственная функция рыбного хозяйства

Численность, $\tilde{N}$	0,22	0,44	0,55	0,89	1,0	0,27	0,56	0,67	0,78	0,89
Величина стока $\hat{W}$	0,5	0,62	0,75	0,87	1,0	0,5	0,62	0,75	0,87	1,0

По данным таблицы 9.2 строим производственную функцию  $\tilde{N}=f(\hat{W})$ ;

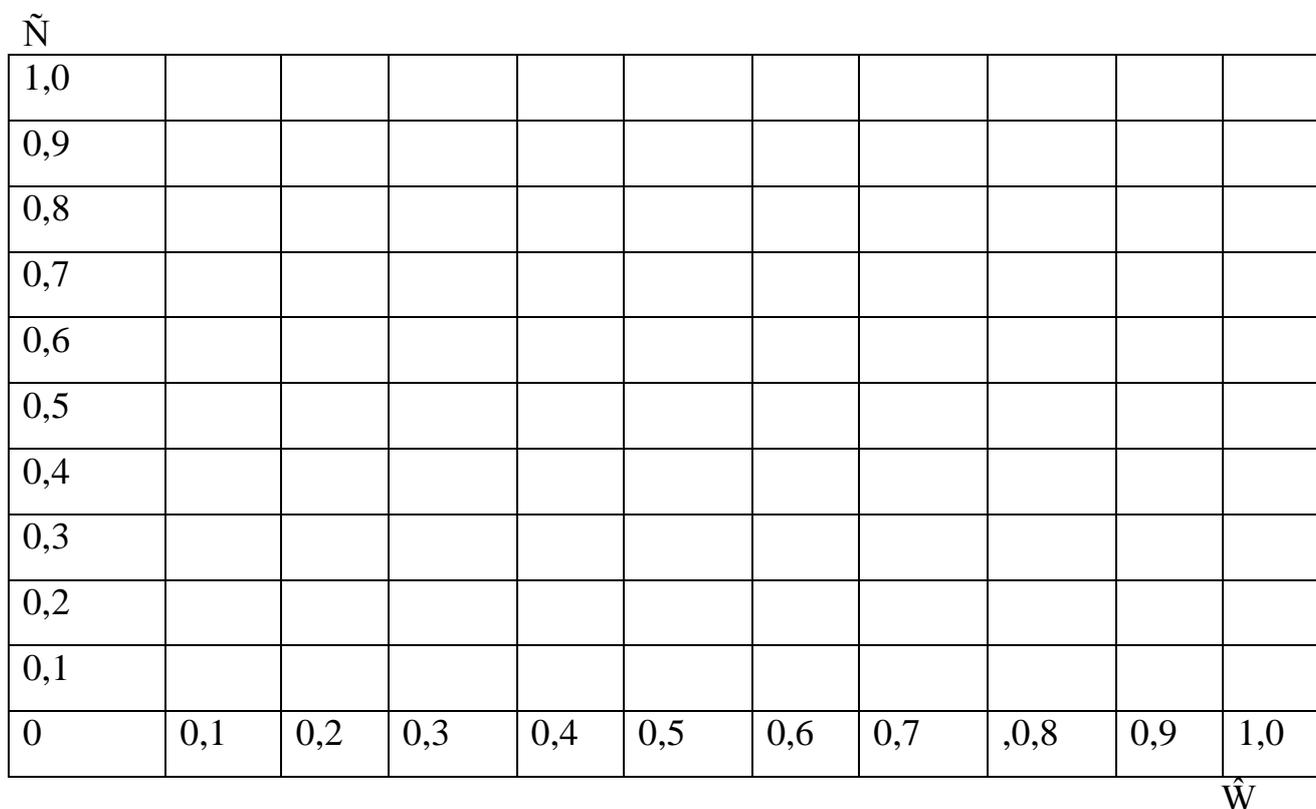


Рис. 9.1 Производственная функция рыбного хозяйства

## Задача 10

Определить какой груз может перевести судно при следующих данных

1. Объем судоходного попуска за месяц  $V_{п} =$  млн.м<sup>3</sup>;
2. Среднемесячный бытовой расход в реке  $Q_{б}$  м<sup>3</sup>/с ;
3. Зависимость глубины воды на перекате  $H_{п}$  от расхода воды в реке

$Q_{р}$  принять по таблице 10.1;

4. Расчётная грузоподъёмность судна  $P_{р} = 5000$  т;
5. Продолжительность рейса  $t = 10$  дней.
6. Расчётная осадка судна  $H_{п} = 4,1$ м

Таблица 10.1 Зависимость глубины воды на перекате от расхода

$Q_{р},$ м <sup>3</sup> /с	200	225	250	275	300	325	350	375	400	450
$H_{п},$ м	3,0	3,28	3,5	3,67	3,83	3,96	4,08	4,18	4,25	4,3

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q_{б},$ м <sup>3</sup> /с	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
$W_{поп},$ млн. м <sup>3</sup>	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300

### Решение

Производственная функция при этом может быть построена в виде зависимости

$$P=f(W_{поп});$$

где  $W_{поп}$  – объём навигационного попуска;

$P$  – объём перевезённых грузов одним судном.

Используется физический способ построения производственной функции.  
Объём перевозок

$$P= P_{гр} \times z$$

где  $P_{гр}$  – грузоподъёмность судна;

$z$  – количество рейсов за период.

Грузоподъёмность судна определяется по зависимости

$$P_{гр} = P_p \times \varepsilon$$

где  $P_p$  - расчётная грузоподъёмность;  
 $\varepsilon$  – коэффициент использования расчётной грузоподъёмности

$$\varepsilon = \frac{H_{п}}{H_p}$$

где  $H_{п}$  - глубина на перекате (средняя за месяц);  
 $H_p$  – расчётная осадка судна.

Глубина на перекате зависит от расхода воды в реке

$$H_{п} = f(Q_p)$$

$Q_p$  – расход воды в реке с учётом навигационного попуска

Зависимость  $H_{п} = f(Q_p)$  представлена в таблице 10.1.

Для определения глубины воды на перекате рассчитаем расход воды в реке по зависимости

$$Q_p = Q_б + Q_{н},$$

где  $Q_{н}$  - объём судоходного попуска из выражения  $W_{поп} = Q_{н} \times t$  составляет

$$Q_{н} = \frac{W_{поп}}{t} = \frac{200 \cdot 10^6}{26,3 \cdot 10^6} = 76 \text{ м}^3/\text{с}$$

где  $t$  – продолжительность периода,  $t = 60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 30,5 = 26,3 \cdot 10^6$  сек.

Расход воды в реке по зависимости

$$Q_p = Q_б + Q_{н} = 225 + 76 = 301 \text{ м}^3/\text{с}$$

Глубина на перекате по таблице 10.1 составляет  $H_{п} = 3,83$  м  
 $H_p = 4,1$  м

Коэффициент  $\varepsilon$

$$\varepsilon = \frac{H_{п}}{H_p} = \frac{3,83}{4,1} = 0,93$$

Грузоподъёмность судна определяется по зависимости

$$P_{гр} = P_p \times \varepsilon = 4650 \times 0,93 = 4650 \text{ т}$$

Объём перевезённых грузов за период равен

$$P = P_{гр} \times n = 4650 \times 3 = 13950 \text{ т}$$

где  $n$  – где количество рейсов  $n = 30/10 = 3$

где 30 дней в месяце 4

10 продолжительность одного рейса.

Ответ  $P = 13950 \text{ т}$

### Задача 11

Определить количество выработанной электрической энергии на ГЭС за год при следующих исходных данных:

1. Объём попусков через турбины ГЭС  $W_{ГЭС} = 200 \text{ млн.м}^3$ ;
2. Расчётный напор  $H_p = 50 \text{ м}$ ;
3. КПД агрегатов ГЭС  $\eta = 0,85$

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$W_{ГЭС}, \text{ млн.м}^3$ ;	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290

### Решение

Используется физический способ определения количества произведённой электрической энергии  $\mathcal{E}$  в зависимости от объёма пропущенной через турбины ГЭС воды. При этом величину годовой электрической энергии можно определить по зависимости

$$\mathcal{E} = 9,81 Q_T \times \Sigma H \times \eta_a \times 730;$$

$$\Sigma H = 12 H_p$$

где  $Q_T$  – расход воды, проходящей через турбины.

$$Q_T = \frac{W_{ГЭС}}{t} = \frac{200 \cdot 10^6}{31,56 \cdot 10^6} = 6,3 \text{ м}^3/\text{с}$$

где  $t$  – число секунд в годы,  $t = 31,56 \text{ млн.с}$ .

число 730 обозначает среднее количество часов в месяце.

$$\mathcal{E} = 9,81 \times 6,3 \times 12 \times 50 \times 730 \times 0,85 / 1000000 = 23 \text{ тыс. МВтч.}$$

## Задача 12

Определить мощность ГЭС при следующих исходных данных:

1. Объем попусков через турбины ГЭС  $W_{ГЭС} = 500$  млн.м<sup>3</sup>;
2. Напор 75% -ной обеспеченности  $H_p = 80$  м;
3. КПД агрегатов ГЭС  $\eta = 0,85$

Таблица 12.1 Координаты анализирующей кривой графика нагрузки энергосистемы за средние сутки

Мощность МВт	10	20	30	40	50	60	70	80
Выработка электроэнергии, МВтч	220	480	720	920	1080	1280	1240	1260

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$W_{ГЭС},$ млн.м <sup>3</sup> ;	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590
$H_p$	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89

### Решение

Среднесуточная мощность ГЭС определяется по зависимости

$$N_{сут} = 9,81 Q_T \times H_{75\%} \times \eta_a;$$

Мощность ГЭС равна среднесуточной в том случае, если электростанция расположена в базисной части суточного графика нагрузки энергосистемы. Однако одной из главнейших функции гидроэлектростанций является покрытие пиковой части графика нагрузки, поэтому мощность ГЭС, обеспечиваемая среднесуточной выработкой электроэнергии, больше суточной.

Среднесуточная энергия определяется по зависимости

$$\mathcal{E} = N_{сут} \times t$$

где  $t = 24$  часа.

Для определения мощности ГЭС необходимо воспользоваться анализирующей кривой суточного графика нагрузки энергосистемы, т.е. зависимостью  $\mathcal{E}_{сут} = f(N)$ , координаты которой приведены среди исходных

данных. Отложив от конца анализирующей кривой значение  $\mathcal{E}_{\text{сут}}$ , и опустив перпендикуляр до пересечения с кривой, получим значение  $N_{\text{ГЭС}}$  (рис. 11.1).

$Q_T$  – расход воды, проходящей через турбины.

$$Q_T = \frac{W_{\text{ГЭС}}}{t} = \frac{500000000}{31560000} = 15,84 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$N_{\text{сут}} = 9,81 \times 15,84 \times 80 \times 0,85 = 10566,5 \text{ кВт} = 10,6 \text{ МВт.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{сут}} = 10,6 \times 24 = 253,6 \text{ МВт}$$

где  $t$  – число секунд в годы,  $t = 31,56$  млн. с.

Конец анализирующей кривой соответствует (имеет координату по  $\mathcal{E}$ )  $\mathcal{E} = 1260$  МВт. Необходимо найти точку с координатой по  $\mathcal{E} = 1260 - 253,6 = 1006,4$  МВт. Координата этой точки по  $N = 46$  МВт. Конец анализирующей кривой имеет координату  $N = 80$  МВт. Следовательно, мощность ГЭС  $N_{\text{ГЭС}} = 80 - 46 = 34$  МВт.

Проведя аналогичные расчёты для различных значений энергетических попусков  $W$ , можно получить зависимость  $N_{\text{ГЭС}} = f(W)$ , являющуюся производственной функцией гидроэнергетики (для ГЭС, покрывающей пиковую часть данной энергосистемы).

$\mathcal{E}$ , МВтч

1400										
1200										
1000										
800										
600										
400										
200										
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

$N$ , МВт

Рис. 11.1 Определение мощности гидроэлектростанции

**Задание 2. Задачи в области охраны атмосферного воздуха  
«Выбор экологичного топлива для котельных по  
эколого-экономическим критериям»**

Исходные данные значения параметра  $N_1$  определяются по двум последним цифрам зачетной книжки, например № 04164 (зачетная книжка)  $N_1 = 15$  (задается преподавателем из таблицы 1);

Таблица 1 - Значение параметров  $N_1$

№ зачетной книжки	Последняя цифра шифра										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Предпоследняя цифра шифра	0	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	1	6	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	2	7	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	3	8	4	3	2	1	5	6	7	8	9
	4	9	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	5	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	6	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	7	12	13	14	16	18	20	22	24	26	28
	8	13	10	11	12	14	16	18	20	22	24
	9	14	4	6	10	12	14	16	18	20	22

Пример расчета:

**«Выбор экологичного топлива для котельных по  
эколого-экономическим критериям»**

При работе котельных используется: природный газ, мазут, каменный уголь.

Требуемый годовой объем тепла определяется по выражению

$$Q_{\text{год}} = 200 \times 10^{12} + N_1 \times 10^{12} \quad (2.1)$$

$$Q_{\text{год}} = 200 \times 10^{12} + 15 \times 10^{12} = 215 \times 10^{12} \text{ Дж}$$

где  $N_1 = 15$  для шифра 04164

## 1 Для природного газа

### 1.1 Выбросы окислов азота

Количество окислов азота, выбрасываемых, при сжигании топлива рассчитывается по формуле

$$M_{\text{NO}_2} = 0,001 \times V_{\text{r}} \times Q_{\text{ir}} \times K_{\text{NO}_2} \times (1-\beta) \quad \text{т/год} \quad (2.2)$$

где  $Q_{\text{игаз}}$  – удельная теплота сгорания топлива, (20...40) МДж/м<sup>3</sup>.

Принимаем  $Q_{\text{газ}} = 28 \text{ МДж/м}^3$

$V_{\text{газ}}$  – расход топлива м<sup>3</sup>/год

$$V_{\text{газ}} = Q_{\text{год}}/Q_{\text{газ}} = 215 \times 10^{12} / 28 \times 10^6 = 7,7 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{год}$$

$K_{\text{NO}_2}$  – параметр, характеризующий количество окислов азота образующихся на 1 ГДж тепла,  $K_{\text{NO}_2} = (0,05...0,5) \times 10^{-9} \text{ кг/Дж}$ .

При мощности котла агрегата 9 кВт  $K_{\text{NO}_2} = 0,2 \times 10^{-9} \text{ кг/Дж}$ ;

$\beta$  – коэффициент, учитывающий снижение выбросов окислов азота в результате применения технических решений (фильтров),  $\beta = (0-0,25)$ , Принимаем  $\beta = 0,1$ .

Количество выбросов составляет

$$M_{\text{NO}_2} = 0,001 \times 7,7 \times 10^6 \times 28 \times 10^6 \times 0,2 \times 10^{-9} \times (1-0,1) = 43 \text{ т/год} \quad (2.2)$$

### 1.2 Выбросы окиси углерода

Количество окиси углерода, выбрасываемого при сжигании топлива рассчитывается по формуле

$$M_{\text{CO}} = 0,001 \times C_{\text{CO}} \times V_{\text{газ}} \times (1-q_2/100) \quad \text{т/год}; \quad (2.3)$$

$V_{\text{газ}}$  – расход топлива м<sup>3</sup>/год,

$C_{\text{CO}}$  – выход окислов углерода при сжигании топлива, кг/1000м<sup>3</sup>

$$C_{\text{CO}} = q_1 \times K_{\text{co}} \times Q_{\text{ir}} \quad (2.4)$$

где  $q_1$  – потери тепла, в следствии химической неполноты сгорания топлива,  $q_1 = 0,5$ ;

$K_{\text{co}}$  – коэффициент учитывающий образование окислов углерода при сгорании топлива,  $K_{\text{co}} = (0,3... 0,7) \text{ кг/ГДж}$ .

Принимаем  $K_{\text{co}} = 0,5 \times 10^{-9} \text{ кг/ГДж}$

$$C_{\text{CO}} = 0,5 \times 0,5 \times 10^{-9} \times 28 \times 10^6 = 7 \text{ кг/1000м}^3$$

$q_2$  – потери тепла в следствии механической неполноты сгорания топлива,  $q_2 = (1 - 6\%)$ . Принимаем  $q_2 = 5\%$ .

$$M_{CO} = 0,001 \times 7,7 \times 10^6 \times 7 \times 10^{-3} \left(1 - \frac{5}{100\%}\right) = 50 \text{ т/год}$$

### 1.3 Выбросы окислов серы:

Количество окислов серы (в пересчете на  $M_{SO_2}$ ), выбрасываемых в атмосферу при сжигании топлива ведем по формуле

$$M_{SO_2} = 0,01 \times 2 \times V_T \times S \times (1 - \eta'_{SO_2}) \times (1 - \eta''_{SO_2}) \quad \text{т/год} \quad (2.5)$$

2- коэффициент, характеризующий образование окислов серы;

S – содержание серы в топливе  $S = (0,1 \dots 0,2\%)$ ,

Принимаем  $S = 0,2\%$ ;

$\eta'_{SO_2}$  - доля окислов серы, связываемых летучей золой топлива;

$\eta''_{SO_2}$  – доля окислов серы, улавливаемых в золоуловителе. Для сухих золоуловителей  $\eta' = \eta'' = 0$  (принимается для газа).

Количество выбросов серы составляет

$$M_{SO_2} = 0,01 \times 2 \times 7,7 \times 10^6 \times 0,2 \times 1 = 31 \text{ т/год}$$

## 2 Для мазута

### 2.1 Количество выбросов окислов азота составляет

Расчет ведем по формуле

$$M_{NO_2} = 0,001 \times V_M \times Q_{iM} \times K_{NO_2} \quad \text{т/год} \quad (2.6)$$

где  $K_{NO_2}$  - коэффициент учитывающий образование окислов,  $K_{NO_2} = (0,1 \dots 0,5)$  кг/ГДж.

При мощности котлоагрегата 2,8 т/ч образуется  $K_{NO_2} = 0,1$  кг/ГДж. кг/ГДж.;

где  $Q_{iM}$  - теплота сгорания мазута,  $Q_{iM} = (40 \dots 50)$  МДж/кг.

Принимаем  $Q_{iM} = 40$  МДж/кг

$V_M$  - расход топлива (мазут)

$$V_M = Q_{\text{год}} / Q_{\text{маз}}$$

где  $Q_{\text{маз}}$  - теплота сгорания мазута,  $Q_{\text{маз}} = (40 \dots 50)$  МДж/кг.

Принимаем  $Q_{\text{маз}} = 40$  МДж/кг

$$V_M = 215 \times 10^{12} / 40 \times 10^6 = 5,4 \times 10^6 \text{ кг/год}$$

$$M_{NO_2} = 0,001 \times 5,4 \times 10^6 \times 40 \times 10^6 \times 0,1 \times 10^{-9} = 22 \text{ т/год}$$

### 2.2 Выбросы окислов серы

Расчет ведем по формуле

$$M_{SO_2} = 0,01 \times 2 \times V_M \times S_M \times (1 - \eta'_{SO_2}) \times (1 - \eta''_{SO_2}), \text{ т/год}$$

где  $S_M = (1 \dots 5) \%$ . Принимаем  $S_M = 2\%$ ;  
 $\eta'_{SO_2} = (0,01 \dots 0,06)$ ;  $\eta''_{SO_2} = (0,05 \dots 0,09)$ ;

$$M_{SO_2} = 0,01 \times 2 \times 5,4 \times 10^6 \times 1 \times 0,99 \times 0,91 = 194 \text{ т/год.}$$

### 2.3 Количество выбросов окислов ванадия составляет

$$M_{V_2O_5} = 0,02 V_M \times K_1 \times K_2 \text{ т/год} \quad (2.8)$$

$$K_1 = 0,01 \dots 0,1$$

$$K_2 = 0,06 \dots 0,15$$

$$M_{V_2O_5} = 0,01 \times 2 \times 5,4 \times 10^6 \times 0,1 \times 0,1 = 1 \text{ т/год}$$

2.4 Расчет количества твердых частиц летучей золы и не догоревшего топлива (т/год) выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами по формуле

$$M_{т.в.} = 0,001 \times V_M \times A \times f \times (1 - \eta_3) \quad (2.9)$$

$V_M$  – расход топлива (мазут) кг/год;

$$V_M = 5,4 \times 10^6 \text{ кг/год};$$

$A$  – зольность топлива на рабочую массу,  $A = 3 \%$ ;

$\eta_3$  – доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях,  $\eta_3 = 0$ ;

$f$  – коэффициент, характеризующий образование твердых частиц,  $f = 0,23$ ;

$$M_{т.в.} = 0,001 \times V_M \times A \times f \times (1 - \eta_3) = 0,001 \times 5,4 \times 10^6 \times 3 \times 10^{-2} \times 0,23 \times 1 = 37 \text{ т}$$

## 3 Для угля

3.1 Расчет количества твердых частиц летучей золы и недогоревшего топлива (т/год) выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами котельного агрегата в ед. времени при сжигании тв. топлива выполняется по формуле

$$M_{т.ч.} = 0,001 \times V_y \times A \times f \times (1 - \eta_3) \quad (2.10)$$

$$Q_{уг} = 20 \times 10^6 \text{ Дж/кг};$$

$V_y$  – расход топлива (уголь) кг/год;

$$V_y = Q_{год} / Q_{уг} = 215 \times 10^{12} / 20 \times 10^6 = 10,75 \times 10^6 \text{ кг/год}$$

$A$  – зольность топлива на рабочую массу,  $A = (10-25\%)$ ,

Принимаем  $A = 20\%$ ;

$\eta_3$  – доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях,  $\eta_3 = 0,01 \dots 0,2$ ;

$f = 0,23$  – коэффициент, характеризующий образование твердых частиц.

$$M_{т.в.} = 0,001 \times 10,75 \times 10^6 \times 20 \times 10^{-2} \times 0,23 \times (1 - 0,2) = 395 \text{ т/год}$$

3.2 *Расчет количества окислов серы* (в пересчете на  $M_{SO_2}$ ) т/год, выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами котлоагрегатов в ед. времени выполняется по формуле

$$M_{SO_2} = 0,01 \times 2 \times V_y \times S_y \times (1 - \eta'_{SO_2}) \times (1 - \eta''_{SO_2}) \text{ т/год} \quad (2.11)$$

где  $S_y = (0,1 \dots 0,8\%)$ , принимаем  $S_y = 0,5\%$ ;  
 $\eta'_{SO_2} = (0,005 \dots 0,025)$ ;  $\eta''_{SO_2} = 0,001 \dots 0,006$

$$M_{SO_2} = 0,01 \times 2 \times 10,75 \times 10^6 \times 0,5 \times (1 - 0,02) \times (1 - 0,005) = 105 \text{ т/год}$$

3.3 *Расчеты выбросов окиси углерода* (т/год) определяется по формуле

$$M_{CO} = 0.001 \times V_y \times C_{CO} \times (1 - q_4/100) \quad (2.12)$$

где  $C_{CO}$  (кг/т) – рассчитывается по формуле

$$C_{CO} = q_3 \times K_{CO} \times Q_{iy} \quad (2.13)$$

где  $Q_{iy}$  – теплота сгорания топлива (уголь), (20...30) МДж/кг;

Принимаем  $Q_{iy} = 23$  МДж/кг;

$q_3$  - потери тепла, в следствии химической неполноты сгорания топлива,  $q_3 = 0,2 \dots 0,9 \%$ ;

$K_{CO} = (1 \dots 1,2)$  - коэффициент учитывающий образование окислов углерода при сгорании топлива,  $K_{CO} = (1 \dots 1,2)$  кг/ГДж.

Принимаем  $K_{CO} = 1$  кг/ГДж;

$$C_{CO} = 0,2 \times 1 \times 10^{-9} \times 23 \times 10^6 = 4,6 \times 10^{-3} \text{ кг/т}$$

$q_4 = 1 \dots 8 \%$  - потери тепла в следствии механической неполноты сгорания топлива

$$M_{CO} = 0,001 \times 4,6 \times 10^{-3} \times 10,75 \times 10^6 \times (1 - 5/100) = 47 \text{ т/год}$$

3.4 *Расчет выбросов окислов азота* в пересчете на  $NO_2$ , выбрасываемых в ед. времени т/год, рассчитывается по формуле

$$M_{NO_2} = 0,001 \times V_y \times Q_{yt} \times K_{NO_2} \times (1 - \beta) \quad (2.14)$$

где  $Q_{yt} = 23$  МДж/кг;

$K_{NO_2}$  - параметр, характеризующий количество окислов азота образующихся на 1 ГДж тепла,  $K_{NO_2} = (0,05 \dots 0,3)$ .

Принимаем  $K_{NO_2} = 0,1$  кг/ГДж;

где  $\beta$  - коэффициент учитывающий образование окислов,

$\beta = (0,05 \dots 0,34)$ . Принимаем  $\beta = 0,1$

$$M_{\text{NO}_2} = 0,001 \times 10,75 \times 10^6 \times 23 \times 10^6 \times 0,1 \times 10^{-9} \times (1-0,1) = 22 \text{т/год}$$

**Расчет экологического налога за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух** выполняем в таблице 2.

Таблица 2 - Расчет суммы платежей за выбросы загрязняющих веществ

Наименование топлива	Выбросы	Коэффициент, учитывающий экологические факторы, $\delta_{\text{эк}}$	Коэффициент индексации $K_{\text{инф}}$	Масса выбросов, $M_i$	Платежи за выбросы	
					за единицу $H_i$ , руб./т	всего $\Pi_i$ , руб.
1	2	3	4	5	6	7
Природ. газ	NO <sub>2</sub>	1,9	1,4	43	52	5950
	CO	1,9	1,4	51	1,2	163
	SO <sub>2</sub>	1,9	1,4	31	45,1	3719
Итого						9832
Мазут	NO <sub>2</sub>	1,9	1,4	22	52	3043
	SO <sub>2</sub>	1,9	1,4	194	45,1	23274
	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,9	1,4	1	1025	2727
	Сажа	1,9	1,4	37	13,7	1348
Итого						30392
Уголь	зола	1,9	1,4	395	13,7	14394
	NO <sub>2</sub>	1,9	1,4	22	52	3043
	CO	1,9	1,4	47	1,2	5638
	SO <sub>2</sub>	1,9	1,4	105	45,1	24147
Итого						47222

*Величину платежей за выбросы определяем по выражению*

$$\Pi_i = H_i^0 \times \delta_{\text{эк}} \times K_{\text{инф}} \times M_i \quad (2.15)$$

где  $H_i^0$  - базовые нормативы платы за выброс  $i$ -го ЗВ,  
 $K_{\text{инф}}$  - коэффициент, учитывающий инфляцию.

*В соответствии с Федеральным законом (ФЗ) РФ «О федеральном Бюджете на 2007г.» от 19.12.06 г. №238-ФЗ ст.21 нормативы платы за негативное воздействие на окружающую среду установленные в 2003 году, применяются с коэффициентом  $K_{\text{инф}}=1,4$ ;*

$\delta_{\text{эк}}$ , - коэффициент, учитывающий экологические факторы (состояние водных объектов), по бассейнам морей и рек.

Заключение

Результаты расчетов показывают, что наиболее оптимальным топливом является природный газ, т.к. стоимость платежей за выбросы, образующиеся при его сгорании в котельной наименьшие.

### Задание 3. Задачи, посвященные разработке мероприятий по предотвращению дегумификации и повышению плодородия почв

#### Прогноз изменения содержания гумуса на севообороте

Таблица 1– Исходные данные

№ варианта	Показатели	Культуры		
		зерновые	кормовые	многолетние травы
1	Доля площади в севооборот, $\alpha$	0,5	0,4	0,1
	Урожайность, $У$ , т/га	2,1	21	5
2	Доля площади в севооборот, $\alpha$	0,4	0,5	0,1
	Урожайность, $У$ , т/га	2,2	22	6
3	Доля площади в севооборот, $\alpha$	0,5	0,4	0,1
	Урожайность, $У$ , т/га	2,3	23	7
4	Доля площади в севооборот, $\alpha$	0,4	0,5	0,1
	Урожайность, $У$ , т/га	2,4	24	8
5	Доля площади в севооборот, $\alpha$	0,5	0,4	0,1
	Урожайность, $У$ , т/га	2,5	25	9
6	Доля площади в севооборот, $\alpha$	0,4	0,5	0,1
	Урожайность, $У$ , т/га	2,6	26	6
7	Доля площади в севооборот, $\alpha$	0,5	0,4	0,1
	Урожайность, $У$ , т/га	2,7	27	7
8	Доля площади в севооборот, $\alpha$	0,4	0,5	0,1
	Урожайность, $У$ , т/га	2,8	28	8
9	Доля площади в севооборот, $\alpha$	0,5	0,4	0,1
	Урожайность, $У$ , т/га	2,9	29	9
10	Доля площади в севооборот, $\alpha$	0,4	0,5	0,1
	Урожайность, $У$ , т/га	3,0	30	10

Для прогноза изменения содержания гумуса в почве в результате антропогенной деятельности используется расчет годового баланса гумуса для сельхозугодий по выражению

$$\Delta Г = А \cdot \omega - Г \cdot p - Г_з + Н \cdot д, \text{ т/га} \quad (3.1)$$

где  $A$  – количество надземных и корневых остатков растений, т/га;  
 $\omega$  – коэффициент гумификации растительных остатков  $0,05 \div 0,25$ ;

( зерновых  $\omega_z = 0,2$ ; кормовых,  $\omega_k = 0,1$ ; трав,  $\omega_{тр} = 0,2$ );

$\Gamma$  – содержание гумуса в почве на начало расчетного периода;

$p$  – коэффициент минерализации гумуса;

$\Gamma_э$  – потери гумуса при эрозии;

$N$  – доза органических удобрений;

$d$  – коэффициент гумификации навоза  $0,04 \div 0,15$  (для без подстилочного  $d_{бп} = 0,04$ ; для подстилочного  $d_{п} = 0,15$ ).

## Пример расчета

### 1 Определение количества надземных и корневых остатков растений

$$A = K \cdot Y$$

Таблица 1- Определение количества надземных и корневых остатков растений

Растения	Доля площади в севообор., $\alpha$	Урожайность $Y$ , т/га	Коэф. гумифик., $\omega$	$K = \frac{A}{Y}$	$A = K \cdot Y$ т/га
Зерновые	0,5	2,6	0,2	1	2,6
Кормовые	0,4	29	0,1	0,4	11,6
Многолетние Травы	0,1	11	0,2	2	22

$\Gamma$  - начальное содержание гумуса в почве  $\Gamma = 79$  т/га;

$K$  - коэффициент соотношения между растительными остатками и урожаем.

$\omega_z$  – коэффициент гумификации растительных остатков зерновых,  $\omega_z = 0,2$ ;

$\omega_k$  – коэффициент гумификации растительных остатков кормовых,  $\omega_k = 0,1$ ;

$\omega_{тр}$  – коэффициент гумификации растительных остатков трав,  $\omega_{тр} = 0,2$ ;

### 2 Определение коэффициента минерализации для естественных угодий (луга)

Для естественных угодий принимаем баланс гумуса  $\Delta \Gamma_{ест} = 0,5$  т/га и потери гумуса при водной эрозии для естественных угодий,  $\Gamma_{э,ест} = 1$  т/га.

Из уравнения баланса гумуса на естественных угодьях

$$\Delta \Gamma_{ест.} = (A + Y) \cdot \omega \cdot 0,6 - \Gamma_{э,ест.} - F \cdot p = 0,5 \text{ т/га} \quad (3.2)$$

Выразим коэффициент минерализации  $p$

$$p = \frac{(A + Y) \cdot \omega \cdot 0,6 - \Gamma_{з.ест.} - 0,5}{\Gamma} \quad (3.3)$$

$A+Y$  – учитывая, что на естественных угодьях и подземная и наземная часть растений гумифицируется после отмирания;

$K=0,6$  – понижающий коэффициент продуктивности трав в естественных угодьях, т.е. в работе принята урожайность сеяных трав

$$P_{мн.тр.} = \frac{(22 + 11) \cdot 0,2 \cdot 0,6 - 1 - 0,5}{79} = 0,31$$

### 3 Расчет баланса гумуса под культурами

$$\Delta\Gamma_i = A_i \cdot \omega_i - \Gamma_{zi} - \Gamma \cdot p$$

Таблица 2- Расчет баланса гумуса под культурами

Культуры	$Y_i, \text{т}\backslash\text{га}$	$\omega_i$	$A_i, \text{т}\backslash\text{га}$	$\Gamma_{zi}, \text{т}\backslash\text{га}$	$\Delta\Gamma_i, \text{т}\backslash\text{га}$
Зерновые	2,6	0,2	2,6	4	-5,929
Кормовые	29	0,1	11,6	8	-9,289
Многолетние травы	11	0,2	22	1	0,951

Например для зерновых:  $\Delta\Gamma_z = 2,6 \cdot 0,2 - 4 - 79 \cdot 0,031 = -5,929 \text{ т}\backslash\text{га}$ .

### 4 Расчёт баланса гумуса на севообороте

$$\begin{aligned} \Delta\Gamma_{с/о} &= \alpha_z \cdot \Delta\Gamma_z + \alpha_k \cdot \Delta\Gamma_k + \alpha_{тр} \cdot \Delta\Gamma_{тр}, \text{ т}\backslash\text{га} \quad (3.4) \\ \Delta\Gamma_{с/о} &= 0,5(-5,929) + 0,4(-9,289) + 0,1 \cdot 0,951 = \\ &= -2,96 - 3,72 + 0,095 = -6,585 \text{ т}\backslash\text{га}. \end{aligned}$$

Если баланс гумуса на севообороте соответствует выражению

$$0,5 \geq \Delta\Gamma_{с/о} \geq 0$$

это значит, что на севообороте из почвы выносятся много гумуса.

Вывод: на севообороте расчетный баланс гумуса отрицательный, что говорит о снижении плодородия почв.

Требуется предусмотреть мероприятие по повышению содержания гумуса в почве, то есть природоохранные мероприятия.

## 5 Природоохранные мероприятия на сельхозугодиях

Природоохранные мероприятия на сельхозугодиях:

- противоэрозионные мероприятия;
- мероприятия по компенсации гумуса;
- организационно-хозяйственные мероприятия.

5.1. Противоэрозионные мероприятия:

- создание лесополос;
- вспашка поперек склона;
- кротование, щелевание;
- устройство водозадерживающих валиков.

После проведения этих мероприятий потери гумуса при водной эрозии принимаются 0, то есть  $\Gamma_{эi} = 0$ .

Тогда баланс гумуса на севообороте будет

$$\Delta\Gamma'_{c/o} = \alpha_3(\Delta\Gamma_3 + \Gamma_{э3}) + \alpha_k(\Delta\Gamma_k + \Gamma_{эк}) + \alpha_{тр}(\Delta\Gamma_{тр} + \Gamma_{этр}), \text{ т/га} \quad (3.5)$$

где  $\Gamma_{этр}$  - потери гумуса при водной эрозии для трав, ( $\Gamma_{этр} = 1$  т/га;

для кормовых угодий  $\Gamma_{эк} = 8$  т/га; для зерновых  $\Gamma_{э3} = 4$  т/га);

$$\Delta\Gamma'_{c/o} = 0,5(-5,929 + 4) + 0,5(-9,289 + 8) + 0,1(0,951 + 1) = -0,96 - 0,52 + 0,2 = -1,28$$

5.2 Внесение удобрений (навоза)

Расчет необходимой дозы бесподстилочного навоза.

$$\Delta\Gamma'_{c/o} = \alpha_3(\Delta\Gamma_3 + \Gamma_{э3}) + \alpha_k(\Delta\Gamma_k + \Gamma_{эк}) + \alpha_{тр}(\Delta\Gamma_{тр} + \Gamma_{этр}), \text{ т/га} \quad (3.6)$$

$$N = \Delta\Gamma'_{c/o} / d_{бп} = 1,28/0,04 = 32 \text{ т}$$

где  $d_{бп}$  - коэффициент гумификации для без подстилочного навоза,  $d_{бп} = 0,04$

В работе примем норму внесения навоза  $N_{норм} = 20$  т/га.

Тогда баланс гумуса на севообороте будет

$$\Delta\Gamma''_{c/o} = \alpha_3(\Delta\Gamma_3 + \Gamma_{э3} + N \cdot g) + \alpha_k(\Delta\Gamma_k + \Gamma_{эк} + N \cdot g) + \alpha_{тр}(\Delta\Gamma_{тр} + \Gamma_{этр}), \text{ т/га}$$

$$\Delta\Gamma''_{c/o} = 0,5(-5,926 + 4 + 20 \cdot 0,04) + 0,4(-9,289 + 8 + 20 \cdot 0,04) + 0,1(0,951 + 1) = -0,56 - 0,2 = -0,56 \text{ т/га}$$

5.3 Определение необходимой доли трав в севообороте

Положительного баланса гумуса после проведения рассмотренных мероприятий получить не удалось, поэтому рассмотрим изменение структуры

севооборота. При этом нужно увеличение площадей под многолетними травами будет за счет уменьшения площадей под кормовыми культурами.

Таблица 3- Расчет изменения структуры севооборота

№ Вар.	Зерновые		Кормовые		Травы		$\Delta\Gamma'''_{с/о}$
	$\alpha_з$	$\Delta\Gamma'''_з$	$\alpha_к$	$\Delta\Gamma'''_к$	$\alpha_{тр}$	$\Delta\Gamma'''_{тр}$	
1	0,5	-1,13	0,4	-0,49	0,1	1,95	-0,56
2	0,5	-1,13	0,3	-0,49	0,2	1,95	-0,32
3	0,5	-1,13	0,2	-0,49	0,3	1,95	-0,08
4	0,5	-1,13	0,1	-0,49	0,4	1,95	0,16

Положительного баланса удалось добиться на 4 варианте структуры севооборота, но площадь кормовых уменьшилась на 30%. Поэтому рассмотрим возможность устройства сидеральных паров.

Устройство сидерального пара позволит урожай трав использовать в качестве зеленого удобрения. Тогда баланс гумуса под сидеральными культурами составит

$$\Delta\Gamma_{сид.} = (A_{тр} + Y_{тр}) \cdot \omega - \Gamma \cdot p, \text{ т/га} \quad (3.7)$$

$$\Delta\Gamma_{сид.} = (22 + 11) \cdot 0,2 - 79 \cdot 0,031 = 4,2 \text{ т/га.}$$

Принимая начальный №3 вариант структуры севооборота (табл.3) за расчетный, получим с учетом сидерального пара, следующее выражение

$$\Delta\Gamma^{сид}_{с/о} = \alpha'''_з (\Delta\Gamma'''_з) + \alpha'''_к (\Delta\Gamma'''_к) + (\alpha'''_{тр} - 0,1)\Delta\Gamma'''_{тр} + 0,1(\Delta\Gamma'''_{сид}), \text{ т/га}$$

$$\Delta\Gamma^{сид}_{с/о} = 0,5 (-1,13) + 0,2 (-0,49) + (0,3 - 0,1)1,95 + 0,1 \times 4,2 = 0,14 \text{ т/га}$$

Вывод: так как начальный баланс гумуса на севообороте отрицательный, то положительного баланса удалось добиться в результате применения природоохранных мероприятий: противоэрозийных, внесение органических удобрений, увеличения площади под многолетними травами и использования сидерального пара.

Схема изменения баланса гумуса на севообороте после проведения природоохранных мероприятий представлена на рисунке 1.

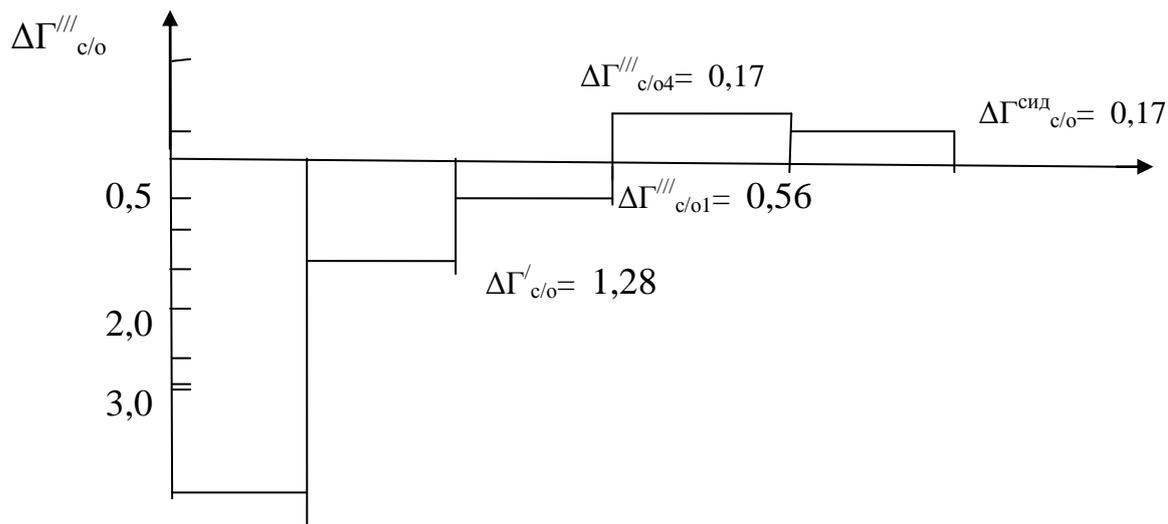


Рисунок 1. Схема изменения баланса гумуса на севообороте

#### Задание 4

#### Оценка влияния на окружающую среду открытой разработки каменного угля

На территории разработки отсутствуют места, представляющие особый научный интерес, однако лес и пруды занесены в реестр мест, интересных в биологическом отношении. Поблизости имеются фермерские хозяйства. На участке разработки находятся развалины монастыря XIII века и часть большого лиственного леса.

Назовите не менее 20 изменений в окружающей среде, обусловленных следующими операциями:

1. Удаление почв
2. Выемка угля
3. Перевозка угля с места добычи
4. Восстановление участков при условии, что все они были полностью выработаны.

Заполните таблицу в которой указанные операции будут перечислены по горизонтали, а изменение среды - по вертикали. Оцените каждое изменение как благоприятное (Б), ущерб (У), который может быть ослаблен (У\*) или нейтральное (-).

Составьте перечень мероприятий, которые позволили бы избежать, ослабить или компенсировать нежелательные эффекты.

Таблица 4.1 – Влияние добычи угля на окружающую среду

Влияние	Операция			
	удаление почвы	выемка угля	транспортировка угля	восстановление
На людей				
1. Шум от работающего оборудования и грузовиков				
2. Грохот взрывов				
3. Повреждение жилищ, обусловленное транспортировкой угля				
4. Нарушение транспортировки потоков				
5. Грязь на дорогах				
6. Занятость				
7. Создание зоны отдыха				
На флору				
8. Разрушение прудов				
9. Разрушение лесных участков				
10. Разрушение живых изгородей				
На фауну				
11. Разрушение прудов				
12. Разрушение лесных участков				
13. Разрушение живых изгородей (птицы)				
На почву				
14. Потеря верхнего слоя почвы				
15. Замещение истощенной земли				
На воздух				
16. Пыль				
На воду				
17. Загрязнение				
18. Нарушение водного режима				
На климат, ландшафт				
19. Насыпи почвы и покрывающих слоев породы				
20. Образование ям, терриконов, отвалов				
На взаимодействие				
21. Эрозия насыпей, создание препятствий для тока воды				
На материальные ценности				
22. Разрушение фермерских усадеб				
На культурные ценности				
23. Разрушение старинного монастыря				

## **Задание 5**

### **Применение правового инструмента УКОС**

**Задача 5.1.** Определите состав экологических правоотношений. Является данная ситуация правонарушением? Укажите статьи соответствующих нормативно-правовых актов, регулирующих данные отношения и, если это необходимо, определить меру ответственности.

В результате прорыва дамбы отстойников комбината «Химволокно» аммиачной водой были затоплены поля совхоза, фермерских хозяйств, сельхозкооперативов. Отходы проникли в реку и уничтожили там рыбные запасы на расстоянии 2 км по течению.

#### **Решение**

Соответствующие правоотношения регулируются в земельном кодексе ст.56-58, ст.74-76, а в водном кодексе ст.68-69, в уголовном кодексе ст. 250, 252, 256, 257.

**Задача 5.2.** Определите состав экологических правоотношений. Является данная ситуация правонарушением? Укажите статьи соответствующих нормативно-правовых актов, регулирующих данные отношения и, если это необходимо, определить меру ответственности.

В водоохраной зоне реки Истра в середине 90-х гг. был построен дачный городок. По решению Роспотребнадзора данный комплекс должен быть уничтожен, поскольку системы сбора и очистки коммунально-бытовых стоков отсутствуют. Владельцы данных объектов выразили свое недовольство по данному поводу.

#### **Решение**

Соответствующие правоотношения регулируются в земельном кодексе ст.56, а в водном кодексе ст.65, ст.69, ст.78, в уголовном кодексе ст. 250, 252, 256, 257.

## Рекомендуемая литература:

### Основная

1. Лесникова В.А. Нормирование и управление качеством окружающей среды. М.: Изд-во "Директ-Медиа», 2015. 174 с.
2. Галямина И.Г. Курс комплексного использования водных ресурсов в задачах: Методическое пособие. М.: МГУП, 1994.
3. Коновалова В.А. Нормирование качества окружающей среды: учебное пособие. М.: РГУИТП, 2011. 158 с.

### Дополнительная

1. Экологическая доктрина РФ (распоряжение Правительства РФ от № 1225-р 31.08.02).
2. Лесной кодекс РФ (04.12.06).
3. Земельный кодекс РФ (25.07.01).
4. Водный кодекс РФ (03.06.06).
5. Федеральный закон РФ «О техническом регулировании» (27.12.02).
6. Федеральный закон РФ «Об отходах производства и потребления» (10.06.98).
7. Федеральный закон РФ «Об особо охраняемых природных территориях» (14.03.95).
8. Федеральный закон РФ «О радиационной безопасности населения» (09.01.96).
9. Федеральный закон РФ «Об охране атмосферного воздуха» (02.04.99).
10. Федеральный закон РФ «О недрах» (21.02.92).
11. Федеральный закон РФ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (30.03.99).
12. Федеральный закон РФ «О животном мире» (24.04.95) и др.

Учебное издание

Зверева Л.А.

## **УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Методическое пособие для студентов направления подготовки

20.04.02 Природообустройство и водопользование

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 12.07.2018 г. Формат 60x84. 1/16.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 2,15. Тираж 25 экз. Изд. № 6178.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ