

## Практическое занятие 15. Расчет выноса биогенных веществ в сельском хозяйстве

**Цель занятия:** рассмотреть основные антропогенные факторы, вызывающие эвтрофикацию, оценить степень влияния каждого из них на водоем и предложить возможные водоохранные мероприятия.

Определить содержание N, P, K в поверхностном стоке. Исходные данные по вариантам задания представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1- Исходные данные по пашне (размещение и удобрение культур)

№ варианта	Культуры	Дозы удобрений, кг/га			Уровень технологии	Водность года	Удаленность от водоема
		Азот	Фосфор	Калий			
1	Озимая пшеница	80	70	90	средний	маловодный	300
	Лен	60	60	80			850
	Овес	80	70	90			1100
2	Ячмень	80	70	90	низкий	средний	700
	Клевер	40	60	110			150
	Картофель	80	80	90			720
3	Ячмень	70	60	80	высокий	средний	250
	Клевер	40	60	90			1050
	Люцерна	40	60	90			800

Таблица 2- Характеристика объекта животноводства и населенного пункта

Показатели	Варианты		
	1	2	3
Площадь водосбора, га	700	550	900
Количество голов КРС	450	600	870
Способ очистки животноводческих стоков	механич. очистка	отстаивание	механич. очистка
Площадь хозяйственных застроек, га	25	42	57
Число жителей не обеспеченных очистными сооружениями, чел	250	410	302
Способ очистки хозяйственных стоков	биоочистка	биоочистка и фильтрация	биоочистка

1. *Определение общего выноса веществ с пашни.* Вынос основных элементов питания с пашни в водные системы устанавливается по формуле:

$$W_n = W_{n1} + W_{n2} + W_{n3},$$

где  $W_{n1}$ ,  $W_{n2}$ ,  $W_{n3}$ , - вынос вещества с конкретного поля, кг.

$$W_{п(1,2,3)} = D(N, P, K) \times S \times R,$$

где  $D(N, P, K)$  - доза удобрения, внесенная под культуру, кг/га;

P - коэффициент технологических потерь для удобрения (таблица 3);  
 S - площадь посева культуры, га;  
 R - коэффициент, характеризующий поступление элемента в водный объект в зависимости от расстояния (таблица 4).

Таблица 3 Коэффициент выноса питательных веществ поверхностным стоком при различных уровнях технологии применения удобрений

Вид удобрений	Уровень технологии		
	высокий	средний	низкий
Органические,	0,05	0,1	0,2
Минеральные	0,02	0,04	0,06

Таблица 4 Коэффициент поступления биогенных веществ в водные объекты в зависимости от расстояния

Водность года	Расстояние, м			
	0-500	500-1000	1000-2000	2000-3000
Многоводный	1,0	1,0	0,9	0,8
Средний	1,0	0,9	0,8	0,6
Маловодный	0,9	0,8	0,6	0,4

Расчеты отразить в таблице 5.

Таблица 5 Поступление биогенных веществ в водные объекты с пашни

Культура	Площадь посева S	Дозы удобрений			P	R	W, кг		
		азот	фосфор	калий			азот	фосфор	калий
						Всего			

2. Определение общего поступления биогенных веществ от животноводческого объекта. Поступление биогенных веществ от животноводческих объектов рассчитывается по формуле:

$$W_{ж} = W_{ж1} + W_{ж2}$$

где  $W_{ж1}$ : - вынос биогенных веществ из жидкой фракции с полей фильтрации и участков, где готовятся компосты:

$$W_{ж1} = S_i \times \omega \times n \times L \times t$$

$W_{ж2}$ : - поступление биогенного вещества в водоемы при натуральном содержании скота в загонах, на пастбищах:

$$W_{ж2} = S_i \times \omega \times n \times t,$$

где  $S_i$  - доля элемента, выносимая поверхностными и внутренними стоками с полей, для азота - 0,2, для фосфора и калия - 0,05;

$\omega$  - удельное содержание вещества в отходах в расчете на 1 голову скота, кг/сут. (таблица 6);

$n$  - количество голов скота;

$L$  - коэффициент, учитывающий долю вещества, оставшегося в жидкой фракции после отстаивания или механического разделения (таблица 7);

$t$  - расчетный период, сутки (стойловый период - 200 дней, пастбищный период - 165 дней).

Таблица 6. Содержание биогенных веществ в отходах животноводства в расчете на одну голову скота (кг/сут.)

Вид скота	Азот	Фосфор	Калий
КРС	0,14-0,18	0,045-0,087	0,19
Свиньи	0,03-0,38	0,09-0,016	0,05

Таблица 7 Доля биогенных веществ, остающаяся в жидкой фракции после предварительной обработки сточных вод

Способ обработки	Азот	Фосфор	Калий
Отстаивание	0,5	0,85	0,5
Механическая очистка	0,87	0,75	0,77

3. Определение поступления биогенных веществ от населенного пункта (расчеты проводятся только по азоту и фосфору) Поступление азота и фосфора от населенного пункта рассчитывается по формуле:

$$W_H = (W_{H1} + W_{H2} + W_{H3}) : 1000$$

где  $W_{H1}$  - поступление биогенных веществ со стоками, не проходящими через очистные сооружения:

$$W_{H1} = 1 \times n \times t$$

$W_{H2}$  - поступление биогенных веществ со стоками, проходящими через очистные сооружения:

$$W_{H2} = \omega_1 \times n \times (1 - p_i) \times t$$

$W_{H3}$  - поступление биогенных веществ со стоками с хозяйственных дворов населенных пунктов, которые образуются в период дождей и снеготаяния:

$$W_{H3} = \omega_2 \times S \times t,$$

где  $\omega_1$  - удельное поступление вещества с хозяйственными стоками без очистки, г/чел/сут. (таблица 8 а);

$\omega_2$  - удельное поступление вещества с 1 га застроенной территории, г/чел/сут. (таблица 8 б);

t - расчетный период, сутки (для определения  $W_{H1}$  и  $W_{H2}$  -365,  $W_{H3}$ -60);

S - площадь под хозяйственными застройками, га (таблица 2);

n - число жителей (таблица 2);

$P_i$  - эффективность очистки стоков от конкретного вещества (таблица 9);

Таблица 8. Вероятный вынос биогенных веществ в водоемы с населенных территорий

Источники выноса	Азот	Фосфор
Хозяйственно-бытовые стоки, г/чел/сут.	2,62	0,76
Хозяйственные застройки г/га/сут	16,44	8,22

Таблица 9. Коэффициент эффективности способов очистки хозяйственных стоков от биогенных веществ

№	Способ очистки	Удаление	
		Азота	Фосфора
1	Без очистки	0	0
2	Механическая очистка	0	0
3	Полная биологическая очистка	0,5	0,3
4	Полная биологическая очистка и песчаный фильтр	0,5	0,3

4. Общее поступление биогенных веществ с водосборной площади.

Общее поступление веществ (отдельно для N, P, K) в водные объекты с водосборной площади определяется по формуле:

$$W_o = W_{п} + W_{ж} + W_{н},$$

где  $W_o$  - общий вынос вещества в водосборные объекты с водосборной площади, кг;

$W_{п}$  - общий вынос вещества с пашни, кг;

$W_{ж}$  - общее поступление вещества с животноводческих объектов, кг;

$W_{н}$  - общее поступление вещества от населенного пункта, кг;

5. Содержание биогенных элементов в поверхностном стоке.

Содержание биогенных элементов (отдельно для N, P, K) в поверхностном стоке определяется по формуле:

$$C_{NPK} = \frac{W_o(NPK) * \Phi * 10^3}{S_{\text{водосбора}} * 200},$$

где  $W_o(NPK)$  - общее поступление элемента в водные объекты с водосборной площади;

$\Phi$  - модульный коэффициент для перехода от среднегодовых концентраций к максимальным для рассматриваемого периода (0,92);

$S_{\text{водосбора}}$  - площадь водосбора, га (таблица 2);

200 - объем поверхностного стока по среднегодовым данным, м<sup>3</sup>/га.

На основе полученных результатов и приведенных ниже нормативов дать оценку состояния водоема. ПДК биогенных веществ в воде: азот - 45 мг/л, фосфор - 20 мг/л, калий - 50 мг/л. Оптимальный рост водорослей происходит при концентрации в воде фосфора 0,09-1,8 мг/л, нитратного азота - 0,9-3,5 мг/л.

Предложить мероприятия по снижению загрязнения поверхностного стока биогенными элементами.