

ном килограмме сухого вещества, соответственно 0,70 и 0,83; обеспеченность одной овсяной и энергетической кормовых единиц переваримым протеином, соответственно 137 и 114 г. Хуже по продуктивности была травосмесь из ежи сборной, овсяницы луговой, тимофеевки луговой, клевера гибридного. В общем, несмотря на то, что содержание кормовых единиц в одном килограмме сухого вещества у бобово-злаковых травосмесей в данном опыте меньше, чем у злаковых, при этом овсяных кормовых единиц в пределах наименьшей существенной разницы, обеспеченность одной кормовой единицы переваримым протеином выше:

- на возделывание бобово-злаковых травосмесей на торфяных почвах в среднем используется в 1,2 раза меньше энергетических затрат, чем на возделывание злаковых травосмесей. Бобово-злаковые травостои аккумулируют солнечную энергию в органическом веществе урожая на 0,8 раза эффективнее и на 58% рентабельнее, чем злаковые. Биоэнергетические коэффициенты составляют в среднем у бобово-злаковых травостоев 3,5, злаковых – 2,9,

энергетическая рентабельность – 249 и 191%;

- по данным расчётов экономической эффективности наиболее дешёвыми, хорошо окупаемыми и рентабельными оказались бобово-злаковые травосмеси, где затраты на производство бобово-злакового сена в 1,1 раза меньше, чем злакового.

Энергетически и экономически выгодными оказались травосмеси из кострца безостого, овсяницы луговой, тимофеевки луговой; из кострца безостого, овсяницы луговой, тимофеевки луговой, клевера гибридного и из тимофеевки луговой, овсяницы луговой, клевера гибридного.

На торфяных почвах Западной Беларуси наиболее выгодно выращивать бобово-злаковые травостои многолетних трав. При этом достигается более рациональное сочетание минерального и биологического азота, в максимальной степени используется потенциал злаковых и бобово-злаковых трав, снижаются энергетические и экономические затраты на производство травяных кормов, а в конечном счете обеспечивается производство полноценных кормов, сбалансированных по питательности.

УДК 628.11:636.083.1

## **ВОДООХРАННЫЕ БИОИНЖЕНЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

**П.Ф. ТИВО, д. с.-х.н.; В.С. БРЕЗГУНОВ, к. с.-х. н.; Г.П. ЩИТНИКОВ, к. т. н.;**  
**Е.А. КОТЛЯРОВА; С.М. КРУТЬКО, аспирант**  
(Белорусский НИИ мелиорации и луговодства)

Перевод животноводства на промышленную основу и концентрация бесподстилочного навоза на ограниченной территории не лучшим образом сказались на окружающей среде, особенно на природных водах. Едва ли не повсеместно наблюдается их локальное загрязнение. При этом в зоне Белорусского Полесья чаще всего загрязняются грунтовые воды, поскольку они прикрыты сильно фильтрующими песчаными породами. В случае превышения поливных норм, особенно вымываются здесь азотсодержащие компоненты жидких органических удобрений.

В Поозерье, наоборот, наиболее чувствительными к орошению животноводческими стоками оказались не столько подземные, сколько поверхностные

воды. Последнее связано с почвенными особенностями и расчлененным рельефом местности в этой зоне республики. В итоге полив жидкими органическими удобрениями нередко обуславливает здесь поверхностный сток со всеми вытекающими отрицательными последствиями. Об этом, в частности, свидетельствуют наши наблюдения на территории совхоза-комбината «Северный» Городокского района, где сточные воды свинокомплекса утилизируются на земледельческих полях орошения (ЗПО).

В названном хозяйстве поверхностный и дренажный сток с таких угодий аккумулируется в пруде-накопителе. Отсюда, прежде всего во время весеннего половодья (через шахтный водосброс) он частично поступает в водоприемник (р. Кабишанка).

**1. Концентрация ионов в осветленных стоках и возвратных водах ЗПО,  
в среднем за 1990–1998 гг., мг/л**

Наименование	pH	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	C <sub>орг.</sub>
РОС*	7,6	237	133	110	44,8	509	12,9	2052	210	29	207	521
Донный водоотпуск**	7,6	208	102	83	32	378	8,6	1952	182	17,1	91,8	167
Шахтный (паводковый) водосброс**	7,9	31,3	29,0	76,2	20,6	20,7	11,8	54,3	54,3	18,7	11,4	28,9

\* Резервуар осветленных стоков

\*\* Пруд-накопитель возвратных вод (дренажного и поверхностного стока).

Вследствие этого содержание, например, аммония в реке ниже ЗПО в среднем за 9 лет составило 2 мг против 0,6 мг выше ЗПО при предельно допустимой концентрации (ПДК) для рыбохозяйственных целей 0,5 мг/л. Аналогичная закономерность прослеживалась также в отношении фосфатов, органического вещества и других соединений.

Наиболее загрязненные воды скапливаются в придонных слоях пруда-накопителя. Содержание там аммония достигло 378 мг/л, в то время как у шахтного (или паводкового) водосброса оно составляло в среднем за 9 лет лишь 20,6 мг/л. То же имело место применительно к натрию, калию, фосфатам и хлоридам (табл.1).

экологии недопустим. В этой связи необходимо их доочищать с помощью биоинженерных сооружений (БИС). Уместно заметить, что в связи с энергетическим кризисом интерес к подобным технологиям в последнее время возрос. Об этом, в частности, свидетельствуют материалы пятой международной конференции, прошедшей в Вене несколько лет назад [5] и другие источники [2, 4]. Такая технология нами совместно с Белгипроводхозом впервые внедрена в республике (рис.1).

Она разработана для условий Белорусского Поозерья и основана на имеющихся данных по изучению гидрохимического режима и очистительной способности высшей водной растительности. Про-

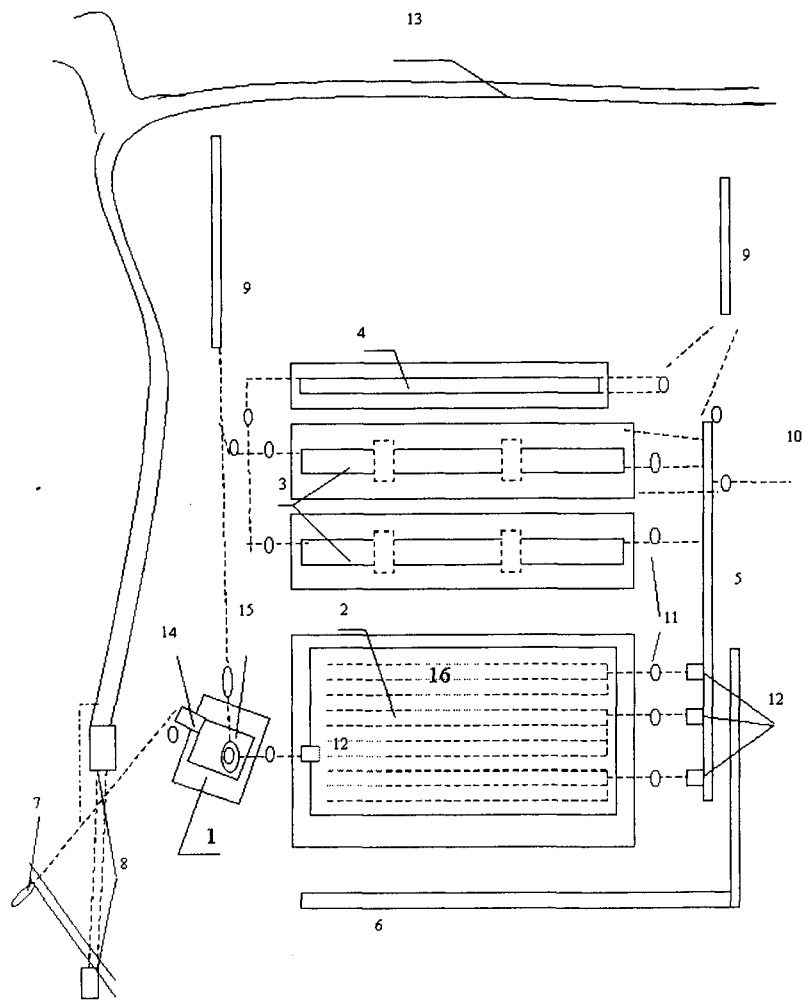
**2. Количество сточных вод, очищаемых высшей водной растительностью**

Концентрация в сточных водах, мг/л		Объем очищаемой воды, тыс. м <sup>3</sup> /год*					
		Пруд I		пруд II		всего	
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
92,0	378,0	2,60	1,01	3,11	1,0	5,71	2,02
82,8	340,2	2,88	1,12	3,46	1,13	6,34	2,25
64,4	264,6	3,71	1,44	4,45	1,45	8,16	2,89
46,0	189,0	5,2	2,02	6,24	2,03	11,44	4,05
27,6	113,4	8,7	3,36	10,43	3,39	19,12	6,75
18,4	75,6	13,09	5,03	15,70	5,09	28,79	10,12
9,2	37,8	26,47	9,99	31,75	10,25	58,22	20,25
4,6	18,9	54,15	19,72	64,94	20,79	119,09	40,50
2,8	11,3	93,07	32,31	111,62	35,29	204,69	67,59

\* Исходя из выноса азота и фосфора надземной массой.

Вследствие того, что в зоне действия животноводческих комплексов возвратные воды с ЗПО загрязнены, сброс их в открытые водоемы с позиции

эктное решение осуществлено для свинокомплекса на 54 тыс. голов совхоза-комбината «Северный». БИС введены в эксплуатацию в 1995 г. и предназна-



*Рис.1 Схема БИС: 1- пруд-отстойник; 2-пруд первой ступени очистки; 3- пруды второй ступени очистки ; 4 – биоканал; 5 – перепускной канал; 6- нагорно-ловчий канал; 7- донный водовыпуск; 8- паводковый водосброс; 9 – сбросные каналы; 10 – водовыпуск распределенного сброса; 11- колодцы регулирования ; 12 – мерные водосливы ; 13 – водоприемник; 14- поплавковые камеры; 15 – водозаборный оголовок; 16 – дренаж ложа пруда.*

чены для доочистки возвратных вод (дренажный и поверхностный сток) ЗПО.

Они представляет собой каскад сооружений, состоящих из пруда-отстойника 1, пруда первой ступени очистки 2, прудов второй ступени очистки 3 и биоканала 4. Общая площадь отвода земель 12,58 га, в том числе - прудов 5,86 га. БИС располагаются на склоне первой надпойменной террасы реки Кабишанка, в полувыемке - полунасыпи.

Работа сооружений осуществляется в самотечном режиме. Продолжительность работы БИС в теплый период года - 5 месяцев.

Пруд-отстойник (водоем размером 44x12,5м) предназначен для первичного осветления сточных вод, поступающих на доочистку из пруда-накопите-

ля через донный водовыпуск 7 по подземному трубопроводу. Регулируется интенсивность их подачи с помощью поплавковых камер 14.

Пруд первичной очистки - водоем прямоугольной формы. В ложе пруда устроена дренажная сеть 16. Она разделена на три секции с глубиной заложения 0,4; 0,6 и 0,8м. Сброс дренажных вод регулируется с помощью гибких шлангов, установленных в колодцах 11. Мерные водосливы 12 предназначены для определения объема сброса, а также объема впуска загрязненных вод в пруд 1. По дну пруда высажены макрофиты (рогоз широколистный, тростник, манник и др.).

Вторая ступень очистки представляет собой два мелководных пруда, разделенных затопляемыми дамбами (перемычками). В первом - высшая водная растительность высажена по всему ложу, а в другом - только по дамбах. Очищаемая вода из прудов второй ступени очистки может сбрасываться в водоприемник 13 и при необходимости направляться в биоканал длиной 300 м и шириной 5 м с высшей водной растительностью по его берегам. Конструкция БИС позволяет осуществлять

сброс после любой ступени очистки сосредоточенно через проводящую сеть и каналы 9 или распределенно путем полива по склону 10, засеянного влаголюбивыми злаковыми травами.

Нашими исследованиями установлено, что значительную роль в доочистке возвратных вод играет высшая водная растительность, причем объем очищенных вод во многом зависит от исходной концентрации биогенов (табл. 2). Наиболее эффективно функционируют БИС при содержании в сточных водах аммония до 80 мг и фосфатов – менее 50 мг/л.

Имеет значение и фаза развития макрофитов, на ранних стадиях содержание NPK в них значительно выше, чем на поздних. Так, в растениях, оставшихся с прошлого года, содержалось азота, фосфора, калия меньше соответственно на 47-57%, 62-76,

70-90%, чем в молодой поросли. Это обусловлено тем, что значительная часть питательных веществ к концу вегетации может выщелачиваться. Поэтому проектом предусмотрена ежегодная уборка надземной фитомассы выше уровня воды, что способствует интенсивному выносу биогенных элементов из водных объектов и практически исключает повторное загрязнение БИС органическим веществом. А это, в свою очередь, стимулирует отрастание растений весной.

Улучшается качество возвратных вод также за счет фильтрации через дренажную засыпку в пруде первой ступени очистки. В целом же на выходе из БИС в этих водах уменьшается содержание азота и фосфора на 95 – 96 %. До такой же степени снижается БПК<sub>5</sub> (биологическое потребление кислорода). Кроме того, улучшается санитарное состояние водоемов: исчезает условно патогенная микрофлора. Эти данные свидетельствуют о высокой степени их доочистки в таких сооружениях. Искусственная биологическая очистка с помощью азотенков, напротив, очень плохо справляется с удалением фосфора из загрязненных вод: в лучшем случае содержание  $PO_4^{3-}$  снижается до 50 – 70 мг/л. Между тем эвтрофикация водоемов во многом определяется этим элементом. [3]. Наоборот, устройство БИС предотвращает столь негативный процесс. Только в пруду I ежегодно поглощается высшей водной растительностью и фильтрующей засыпкой около 1100 кг  $P_2O_5$ . При этом наиболее интенсивно закреплялся фосфор в той части пруда, где глубина закладки дренажа – 0,8 м.

Кстати, за рубежом проблеме фосфора в окружающей среде уделяют исключительное внимание. Превышение норм по выходу фосфора на ферме в ряде Европейских стран облагаются налогом в пределах 5\$/кг  $P_2O_5$ . [1]

Расчеты экономической эффективности также показали, что доочистка возвратных вод ЗПО с помощью биоинженерных сооружений – выгодное природоохранное мероприятие. Они гораздо дешевле, чем искусственная биологическая очистка. Экономятся также затраты электроэнергии на перекачку очищаемых вод, поскольку БИС функционируют в самотечном режиме.

### Литература

1. Архипченко И.А. Международные конференции по переработке органических, сельскохозяйственных и муниципальных отходов// Доклады Российской сельскохозяйственной академии.-1999.- № 4.- С.48-49.
2. Бондаренко В.В. Биоинженерные системы в защите водных объектов от загрязнения сточными водами// Мелиорация и водное хозяйство.-1999.-№ 6.-С.48-50.
3. Иконников В.Ф. и др. Оценка роли внешней и внутренней биогенной нагрузки в процессе эвтрофирования водоемов // Природопользование: Сб. науч. Тр. ИПИПРиЭ НАНБ – Вып. 6.- Мн., 2000.-С. 55-61.
4. Эйнон Л.А. Экологическая очистка воды// Природа. - 1992.- № 9.- С.26-33.
5. Wetland systems for water pollution control. // Water Sci. and Technol. – 1997.-V. 35. № 5.- 347 p.

## Cebos Land- & Datentechnik GmbH

Федеративная Республика Германия

Stellwerkwiese 2, 18292 Krakow am See

телефон (03-84-57) 231-57

телефакс (03-84-57) 231-50

Представительство в Республике Беларусь  
220092, г. Минск, пр. Пушкина 39-1317

тел/факс (017) 2577-135

**Cebos** - Ваш партнер в проектировании, производстве и установке оборудования, по консультациям, продажам, обучению и сервису.

**Cebos** - производственные области:

- техника для доения и охлаждения молока
- сельскохозяйственные машины
- электроинсталляция
- системы кормления животных
- оборудование для коровников
- компьютерные системы
- технологическое планирование для производства животноводческой продукции
- сервис