

# Использование водных растений для биологической очистки промышленных и бытовых стоков



## **Водные растения в водоемах выполняют следующие основные функции:**

- фильтрационную (способствуют оседанию взвешенных веществ);
- поглотительную (поглощение биогенных элементов и некоторых органических веществ);
- накопительную (способность накапливать некоторые металлы и органические вещества, которые трудно разлагаются);
- окислительную (в процессе фотосинтеза вода обогащается кислородом);
- детоксикационную (растения способны накапливать токсичные вещества и преобразовывать их в нетоксичные).

Способность высших водных растений удалять из воды загрязняющие вещества — биогенные элементы (азот, фосфор, калий, кальций, магний, марганец, серу), тяжелые металлы (кадмий, медь, свинец, цинк), фенолы, сульфаты — и уменьшать ее загрязненность нефтепродуктами, синтетическими поверхностно-активными веществами, что контролируется такими показателями органического загрязнения среды, как биологическое потребление кислорода (БПК) и химическое потребление кислорода (ХПК), позволила использовать их в практике очистки производственных, хозяйственно-бытовых сточных вод и поверхностного стока как в Украине, так и во всем мире.

Во многих штатах Америки довольно широко используются системы очистки шахтных вод на плантациях камыша и тростника. Описаны сооружения с камышовой растительностью для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод в Нидерландах, Японии, Китае; для очистки загрязненного поверхностного стока в Норвегии, Австралии и в других странах. Стойкость камыша к действию больших концентраций загрязняющих веществ позволила довольно успешно использовать его для очистки сточных вод свиноводческих комплексов в Великобритании.

В Китае водный гиацинт используется для очистки сточных вод кинофабрики от серебра. Установлено, что эффективность очистки воды от серебра, взвешенных веществ, соединений фосфора и азота, соответственно, составляла 100 %, 91 %, 53,9 %, и 92,9 %, при этом БПК и ХПК уменьшалась на 98,6 %, и 91 %. Предложенный метод позволяет отказаться от использования сорбционной очистки. В Норвегии в 40 км на юг от Осло для очистки сельскохозяйственного поверхностного стока построено экспериментальное биоплато, которое представляет собой сконструированный из 8 параллельных полос (каждая размером 3 x 40 м) фильтр глубиной 0,5 м, площадью 1200 м<sup>2</sup>. Площадь водосбора составляет 0,8 км<sup>2</sup>. Предварительные исследования показали значительную эффективность удаления взвешенных веществ — 45-75 %, фосфора — 21-44 %, азота — 15 %. Исследования продолжаются.

Австралийские ученые разработали способ очистки поверхностного стока от автомагистралей. Дороги не обустриваются бордюрами, сбор стока осуществляется фильтрационными траншеями, заполненными на глубину 0,8 м гравием.

# Городские сточные воды

```
graph TD; A[Городские сточные воды] --> B[Ливневые стоки и снег]; A --> C[Хозяйственно-бытовые (коммунальные) сточные воды]; A --> D[Промышленные стоки];
```

## Ливневые стоки и снег

Обычно достаточно механической очистки

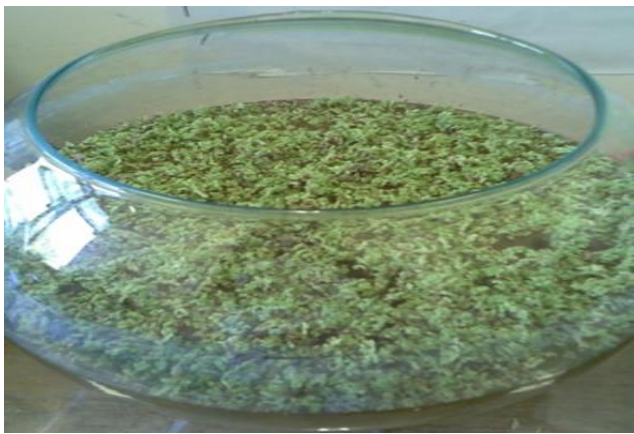
## Хозяйственно-бытовые (коммунальные) сточные воды

Обязательна биологическая очистка

## Промышленные стоки

(В зависимости от производства)  
Химическое (реагентное) обезвреживание и очистка





**Азолла (*Azolla caroliniana* Willd.)**. небольшой (1–5 см) поверхностноплавающий водный папоротник, длина которого достигает 0,7–1,8 см. Верхнюю часть спорофита покрывают два ряда мелких (0,5–1 мм) листочков, похожих на чешуйки, а в нижней части формируются корешки длиной 2,0–2,5 см.



**Эйхорния (*Eichhornia crassipes* Solms)**. Pontederiaceae) растет на поверхности воды. Гладкие глянцевые зеленоватые листья имеют овальную ложковидную форму и цельные края с четко выделяемым жилкованием. Расположенная у основания листа аэренхима обеспечивает взвешенное положение растения на поверхности воды. Волоски мочковатого корня имеют дихотомическое ветвление. От основания стебля развиваются боковые корни первого порядка, сросшиеся с 15–20 листовыми оболочками. Боковые корешки второго порядка длиной 2,5 см располагаются на поверхности воды горизонтально.



**Ряска (*Lemna* L.)**. Lemnaceae) – водное растение небольшого размера с листовидными стеблями длиной 2–4,5 мм и шириной 2–3 мм. Под каждым листочком располагается тонкий корешок, длина которого до 5–7 см. Тело растения состоит из 3–6 листочков, пучками плавающих на поверхности воды.

## Результаты исследований химических показателей сточных вод на очистных сооружениях канализации г. Самарканда

№ пробы, вид стоков	ХПК, мг/л	Н/пр., мг/л	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л	PO <sub>4</sub> <sup>3+</sup> , мг/л	СПАВ, мг/л	Al <sup>3+</sup> , мг/л	Fe <sup>2+.3+</sup> , мг/л	P <sub>общ.</sub> , мг/л	Cu <sup>2+</sup> , мг/л	Zn <sup>2+</sup> , мг/л
1. Вход в канализацию	451,3	2,36	35,6	15,6	2,7	0,436	0,73	8,6	0,022	0,136
2. Выход с механической очистки	392,2	2,29	31,04	14,8	2,2	0,393	0,47	7,61	0,02	0,121
3. Выход с отстойников, после мех. Очистки	287,3	1,76	6,47	13,6	1,8	0,216	0,37	5,11	0,013	0,116
4. Выход с биологической очистки	73,4	0,058	3,31	11,3	0,074	0,078	0,18	3,69	0,0035	0,028
5. После фильтрации	54,6	0,049	1,69	10,3	0,074	0,069	0,18	3,36	0,0063	0,004
6. Валлиснерия	23,5	0,032	1,12	2,16	0,063	0,061	0,069	0,76	0,003	0,011
Эффективность очистки, %	94,79	98,64	96,85	86,15	97,67	86,01	90,55	91,16	86,36	91,91
7. Писния	27,1	0,034	1,05	1,67	0,051	0,062	0,074	0,98	0,003	0,012
Эффективность очистки, %	94,00	98,56	97,05	96,73	98,11	85,87	89,86	88,60	86,36	91,18
8. Ряска	33,1	0,041	0,96	0,51	0,057	0,058	0,071	0,64	0,004	0,011
Эффективность очистки, %	92,67	98,26	97,30	96,73	97,89	86,70	90,27	92,56	81,82	91,91

## Эффективность очистки сточной воды из хвостохранилища ГМЗ-3, % (г. Навои)

Растение	цианид	роданид	хлорид	карбонат	нитрат	сульфат	Cr	Al
эйхорния	93,4	78,7	95,1	100,0	56,5	71,2	4,2	86,1
пистия	68,4	68,6	87,5	100,0	53,8	73,2	2,3	67,3
ряска	65,4	65,7	56,7	98,0	45,5	65,7	1,3	56,3
азола	36,8	68,9	76,5	96,9	43,9	69,3	0,7	64,4

Растение	Ca	Mg	Na	K	Fe	Cu	Zn	Mn	Pb	Ni	Co
эйхорния	9,2	31,9	75,5	85,1	83,4	72,1	70,2	15,3	25,4	77,6	12,3
пистия	11,3	31,4	74,4	84,3	73,4	65,3	67,5	12,3	14,4	65,6	3,6
ряска	13,2	29,6	65,5	36,6	71,3	56,6	81,3	6,7	5,5	30,6	4,5
азола	8,6	28,3	5,3	47,4	48,5	38,5	65,4	0,9	3,4	4,5	0,6