

ТЕХНОЛОГИЯ И МАТЕРИАЛЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ И ФЕКАЛЬНЫХ ВОД С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЙХОРНИИ И ТОРФО-САПРОПЕЛЕВОГО СОРБЕНТА

Очистка сточных и фекальных вод городского или поселкового коммунального хозяйства, промышленных и сельхозпредприятий представляет трудную технологическую и методическую задачу. Состояние и поведение различных примесей в водной среде определяются не только их химической природой, но и размерами частиц, а также способностью образовывать с водой либо однообразную (гетерогенную) смесь или систему. Поэтому удаление какого-либо загрязняющего вещества требует в каждом конкретном случае индивидуального подхода.

Очистка сточных вод по известным на сегодняшний день технологиям – дело не только непростое, но и экономически невыгодное. Все оборудование для указанных технологий является объемным, громоздким, требует больших капиталовложений при строительстве и энергозатрат при эксплуатации, но в большинстве случаев не обеспечивает надежную очистку стоков. Помимо больших капитальных затрат требуются значительные затраты на эксплуатацию таких сооружений – содержание штатного персонала, обслуживание оборудования, энергозатраты и т. п. Это вызывает затруднения с размещением очистных сооружений в удаленных местах, например, на выпусках водостоков в водоемы вне населенных пунктов, мостовых переходах. Кроме того, внешний вид этих сооружений – отстойников, насосных станций, производственных зданий – не вписывается в современный архитектурный и природный ландшафт.

Предложение, в первую очередь, разработано для очистки сточных фекальных вод в странах с постоянным или сезонным жарким климатом. Очистка проходит в три стадии с конечным результатом, пригодным для повторного водопользования.

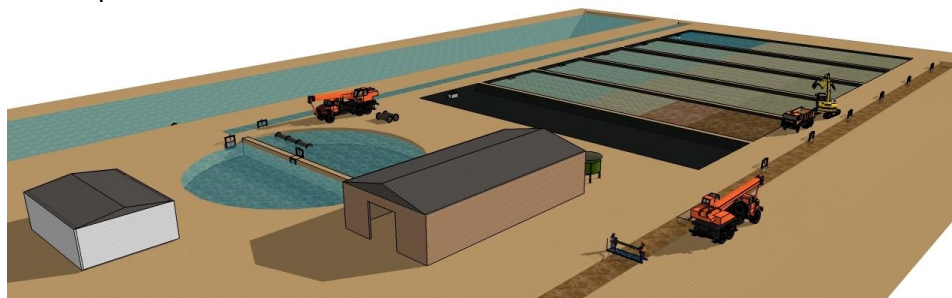
Суть предложения на первой стадии работ заключается в интенсификации очистительной способности биогенной активностью культуры высшего водного растения, что является практически полным аналогом природного процесса самоочищения водоемов. Для решения поставленной задачи нами предлагается использование эйхорнии (водного гиацинта).



Водный гиацинт (эйхорния)

Эйхорния способна осветлять, дезодорировать сточные воды, вызывать гибель кишечной палочки, сальмонеллы, энтерококка и др. болезнетворных бактерий, поглощать соединения биогенов, ускорять процесс нитрификации, минерализовать нефтепродукты и обезвреживать многие токсины. Ботаническое название – *Eichornia speciosa*, *Pontederia crassipes*, эйхорния (водный гиацинт). Травянистое плавающее растение. Типичный гидрофит. Надводная часть – укороченный стебель с розеткой овальных листьев. Черешки пузыревидно вздуты. Наполняющий их воздух обеспечивает высокую плавучесть. Корневая система находится в воде в виде хорошо развитого пучка нитевидных корней, густо опушенных ресничками

Обладает при соответствующих условиях значительной скоростью роста и приспособительными возможностями. В местах произрастания образует отводками особей локальные и сплошные заросшие участки, что интенсифицирует приближение сточных вод к природному качеству и снижение их вредного воздействия на экологию окружающей среды, способствует повышению эффективности перерождения водных экосистем (вода находится в состоянии самоочищения – то есть при помощи естественного биоценоза). Особенность свойств эйхорнии в том, что это растение окисляет и расщепляет примеси в вод на простые элементы с большой скоростью и усваивает их как питание. Роль окислителя выполняет кислород, который в избытке вырабатывается растением.



Очистные сооружения для поселка с применением эйхорнии, ТСС и органического флокулянта

Общеизвестно, что большинство химических элементов в стоках находятся в соединениях. Транспирация растений повышается с возрастанием температуры стоков и окружающего воздуха и способствует росту и интенсивности размножения растений, что ещё более увеличивает извлечение питательных для них веществ из очищаемых стоков.

Этот «сорняк» (так его именуют энциклопедии) в естественных условиях обитает в странах с тропическим и субтропическим климатом. Растет как в стоячих, так и в проточных водоемах. В том числе на водах священного Ганга. Великая река славится своей чистотой, несмотря на обильные загрязняющие стоки из городов и многочисленных селений. Технология очистки с его помощью основана на чрезвычайно высокой способности растения к размножению и интенсивному росту его вегетативной массы. Активность вегетационных процессов в растениях возрастает с повышением температуры, концентрации питательных веществ, освещенности и длительности светового дня. Присутствие в воде органических веществ является характерным для сточных вод, что повышает продуктивность эйхорнии. В то же время эйхорния обладает рядом недостатков, ограничивающих ее применение. Она теплолюбива и погибает уже при $+8^{\circ}\text{C}$. Она требует длительного светового дня и высокой влажности воздуха.

В небольших городах, поселках, животноводческих комплексах и частных фермерских хозяйствах инженерные очистные сооружения строить из-за высоких капитальных и эксплуатационных затрат не рентабельно. Собирающиеся стоки без очистки сбрасываются в сливные ямы или естественные понижения, откуда попадают в водоносные горизонты или реки, сбрасываются в море. Бактериальное загрязнение воды в условиях жаркого климата или летнего периода неразвитой системы водоснабжения и канализации ухудшает санитарно-эпидемиологическую обстановку в населенных пунктах и создаёт реальную угрозу экологии региона, провоцирует вспышки инфекционных кишечных заболеваний.

Центром по сапропелю предлагаются комплексные технологические решения и оборудование малых форм очистки сточных фекальных вод для средних и малых городских районов, поселков, курортных отелей и туристических баз, ферм, животноводческих и птицеводческих комплексов, атомных электростанций, горнодобывающих и горноперерабатывающих предприятий, автомоек, нефтеперерабатывающих заводов, др. Они заключаются в способе, основанном на использовании специальных сортов водного гиацинта или, так называемой, эйхорнии, для разложения на составляющие компоненты всех известных загрязнителей воды, торфо-сапропелевого сорбента для разложения органической составляющей фекальных стоков, подавления запахов, сгущения осадка и нейтрального осветлителя воды, используемого для ее очистки от вредных микропримесей химического и органического происхождения, тяжелых металлов и радионуклидов.



Стебель водного гиацинта (эйхорнии)

В технологии используется водный гиацинт (эйхорния) специального сорта. Выращивается, размножается и доставляется нами на объект очистки для первого этапа поставленных задач. Это теплолюбивое водное растение с довольно высокой скоростью сорбирует, окисляет и расщепляет на составляющие химические элементы, аммиак, фенолы, сульфиды, фосфаты, навоз, фекалии, соли тяжёлых металлов, радионуклиды, бензин, ГСМ, любые нефтепродукты, поверхностно активные вещества, ядохимикаты, ракетное топливо.

Произрастая в накопителях фекалий, вредных и загрязняющих веществ, водный гиацинт извлекает из стоков азот, аммиак, сероводород, фосфор, калий, кальций, магний, минеральные соли, пестициды, технические масла, дубильные вещества, марганец, серу, фенол (до 540 г/л), сульфаты, нефтепродукты, железо, никель, ртуть, стиральный порошок, мыло и др. Обитающие на нём бактерии-симбионты (хемотрофные и фототрофные) благодаря наличию гидрогеназ активно аккумулируют ионы металлов никеля, рутения, мышьяка, палладия и восстанавливают их до металлического состояния. Идет очистка воды от трития, меди, цинка, кадмия и свинца. Содержание растворенного кислорода в воде увеличивается после очистки с 0,1 до 2,4 мг/л. Окисляемость растёт с 9 до 27 мг/л. С помощью вырабатываемого кислорода водный гиацинт расщепляет химические загрязнители, улучшает качество очищенного стока по показателям БПК (с 150 до 20-30 мг\л), ХПК (с 300 до 25-30 мг\л) и содержанию взвешенных веществ. Одно из основных преимуществ - при такой очистке уничтожается кишечная палочка, нормализуется Coli-индекс экосистем, исключаются процессы гниения в накопителе и подавляется жизнеобеспечение личинок кровососущих насекомых.

Наиболее благоприятным для протекания открытого биотехнологического процесса очистки сточных фекальных вод эйхорнией является расположение комплекса очистного оборудования в жарком климате (от +18*С) и прогретой воде (от +22*С). При более низких температурах и менее +8*С водный гиацинт замедляет свой рост и свои способности очистки стоков, а также полностью отмирает. В связи с этим нами разработаны открытые и закрытые комплексы очистки сточной воды разной производительности для различных климатических условий применения.



Эйхорния на накопителе фекальных сточных вод

Эйхорнию можно выращивать на воде с практически любой концентрацией загрязняющих веществ. Чем больше «пищи» для нее в сточной воде, тем быстрее прирост в массе растения. Из опыта было подсчитано, что для водоёма очистки сточной фекальной воды поселка прирост в массе водного гиацинта составил до 15 кг/сутки с м².

Эйхорния на очистке сточных и фекальных вод, как и все высшие водные растения, способна в значительных количествах накапливать тяжелые металлы (свинец, ртуть, медь, кадмий, никель, кобальт, олово, марганец, железо, цинк, хром), а также радионуклиды (цезия, стронция, церия, кобальта и др.). При этом их концентрации в растительной ткани могут быть в сотни (железо, стронций), тысячи (ртуть, медь, кадмий, цезий), сотни тысяч раз (цинк, марганец) выше их содержания в воде.

На поверхности корней, которые особенно мощно развиты у эйхорнии, формируются селективные микробиоценозы (бактерии, водоросли, простейшие, микробеспозвоночные), способствующие более активной биодеструкции и поглощению органических и минеральных веществ.

При благоприятном температурном режиме жаркого климата в сбрасываемых очистных водах, богатых органическими веществами, например, фекальных из ферм, птичников, др, эйхорния проявляет высокую скорость вегетативного роста с продуцированием биомассы более 250 тонн с одного гектара водной поверхности за сезон.

В период вегетации, наращивая зеленую массу, эйхорния извлекает из раствора загрязненной сточной воды многочисленные ингредиенты. Очень активно извлекаются азот, фосфор и их соединения, разрушаются фенол, нефтепродукты. Поведение водного гиацинта во время очистки стоков меняется в зависимости от многих факторов - таких как концентрация различных ингредиентов, температура воды и воздуха, кислородная обеспеченность, освещенность, долгота дня.

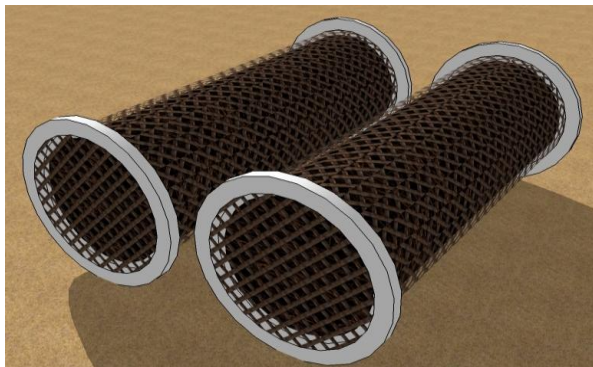
В процессе вегетации эйхорнии возможно также решать задачи по переработке иловых отложений органического происхождения, за счет чего в течение одного сезона дно водоема может быть углублено на 30-50 см.

Особенность свойств работы эйхорнии в том, что при очистке стоков это растение окисляет и расщепляет промышленные и органические нечистоты, примеси вод на простые безобидные элементы с большой скоростью и усваивает их как питание. Роль окислителя при этом выполняет кислород, который в избытке вырабатывается эйхорнией. Очищая бытовые и промышленные стоки от вредных примесей, растение в себе их не накапливает, а "съедает", при этом активно вегетирует. Чем грязнее водоем, тем быстрее гиацинт растет и размножается. Если вода очистилась и питаться нечем, эйхорния занимается дноуглубительными работами, то есть начинает перерабатывать доступный придонный ил. А если и его нет, то прекращает вегетацию.

Патогенные микроорганизмы гнилостного ряда в воде уничтожаются полностью, подавляется стафилококк. Коли-индекс и общее микробное число приводятся к значениям, соответствующим гигиеническим требованиям санитарных правил и норм

охраны поверхностных вод от загрязнения (СанПиН № 4630-88), предъявляемых к составу и свойствам воды водных объектов культурно-бытового водопользования.

На втором этапе очистки и утилизации фекальных и загрязняющих стоков используется торфо-сапропелевый сорбент (ТСС). Пропущенные через него сточные воды теряют механические органические и минеральные примеси, макро- и микро- элементы, тем самым обогащая собой сорбирующий материал.

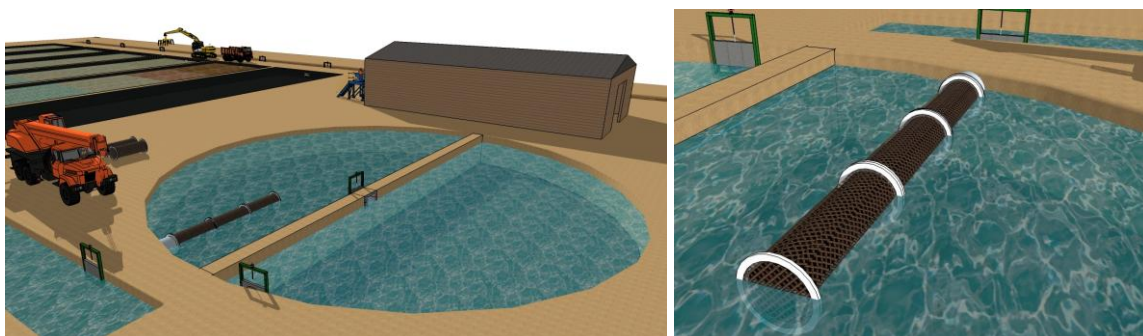


Кассетные фильтры с торфо-сапропелевым сорбентом (ТСС)



Компоненты для производства торфо-сапропелевых сорбентов (ТСС) в кассетные фильтры очистки стоков

При насыщении ими сорбента до уровня ПДК, сорбент извлекают и используют как удобряющую смесь для городского и приусадебного озеленения, рекультивации техногенно нарушенных земель, предотвращения ветровой эрозии почв.



Установка кассеты фильтров ТСС на II этапе очистки сточных вод

Для продолжения процесса очистки воды закладывают новую партию сорбента и т.д.

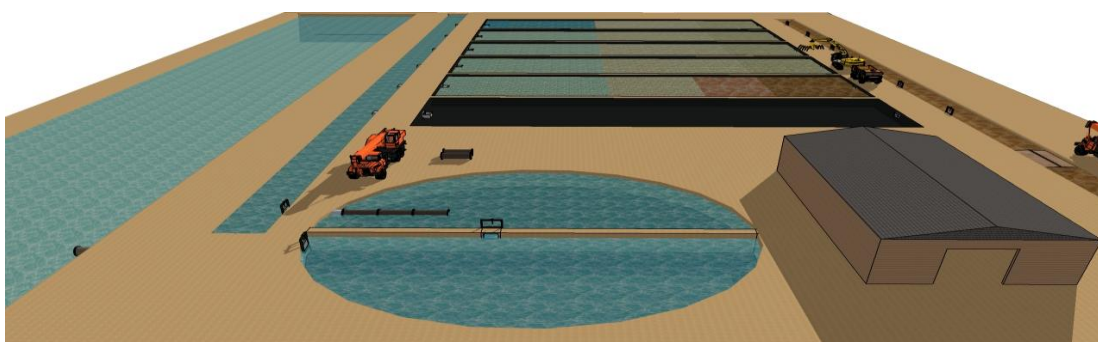


Сыпучий торфо-сапропелевый сорбент (ТСС)

Третий этап очистки сточных фекальных вод включает в себя процесс осаждения микрозагрязнителей и остаточных тяжелых металлов и радионуклидов с помощью нейтрального органического коагулянта в пропорции 0,2–1,0 мг на 1 л воды.

Трехстадийная очистка фекальных сточных вод по предлагаемой технологии позволяет достигать ПДК загрязняющих воду веществ и повторно использовать ее для полива, сброса в природные водоемы, таких как озера, реки или море.

Нами предлагается стационарный и модульно-разборный комплексы постоянной и сезонной очистки стоков средней (до 5000 м³/сут.) и малой (до 480 м³/сут.) производительности, модульно-стационарный сборной конструкции (до 2200 м³/сутки), чеково-стационарный (до 24000 м³/сутки) или по вашему Техническому заданию.



Комплекс очистки фекальных и сточных вод среднего городского поселения

Модули очистки с применением технологии Центра по сапропелю гораздо дешевле (в 3–6 раз) традиционных очистных сооружений и вполне конкурируют с ними при использовании в малых городах, поселках, сельской местности и на производствах малой и средней производительности. Не требуют высокой квалификации обслуживающего персонала, дорогостоящих химикатов. Эксплуатационные затраты по сравнению с существующими очистными сооружениями ниже в 3–4 раза. Материал – водный гиацинт (эйхорния) самовоспроизводится. Торфо-сапропелевый сорбент после использования является отменным удобрением почвообразователем и закрепляющим пески материалом.



Комплекс очистных прудов с применением эйхорнии и ТСС для промышленного предприятия

Следует напомнить, что в жарком климате водный гиацинт в накопителях фекальных загрязненных сточных вод бурно разрастается, образуется его избыток, который является прекрасным сырьем для производства кормовой добавки для свиней, крупного рогатого скота, рыбы, использования его в качестве удобрений. Поставляемый вместе с перерабатывающим оборудованием очистной модуль высококорентабельный и окупает себя в течение первых лет эксплуатации. Из опыта запущенных в эксплуатацию комплексов их рентабельность вместе с производством кормов составила более 300%. Комплекс очистки сточных вод одной из птицефабрик Владимирской области в России стоимостью в 105 млн. руб. дал более 500 млн. руб. прибыли с учетом попутно выпускаемой продукции.



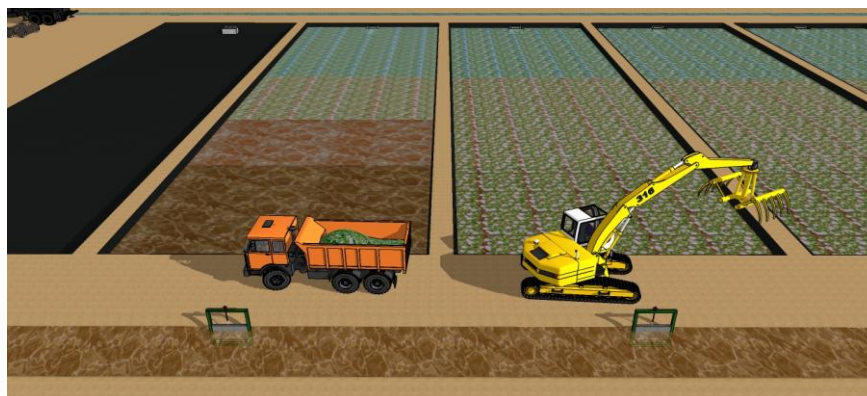
Комплекс очистных прудов с применением эйхорнии и ТСС на проточных каналах и органического коагулянта на доочистку воды

Для очистки фекальных и сточных вод накопителей среднего городского поселения в жарком климате потребуется чеково-стационарный комплекс стоимостью от \$3.5 млн. США до \$11 млн. США.



Чеково-стационарный комплекс очистки сточно-фекальных вод крупного населенного пункта

Для отработки технологии к применению и снижения ее себестоимости при тиражировании на различные городские и сельские поселения страны, предлагаем заложить в одном из поселков опытно-экспериментальный комплекс, отработать на нем все технологические параметры процесса, рассчитать потребное количество водного гиацинта (эйхорнии), торфо-сапропелевого сорбента и нейтрального органического коагулянта, подготовить промышленную спецификацию оборудования, обучить местный персонал для работы на аналогичных комплексах по всей стране. Сроки подготовки такого опытно-экспериментального комплекса составят от 16 до 26 мес. Стоимость – в пределах \$5,5 млн. США (без учета доставки, монтажа и наладки). Стоимость завозки на объект первой партии водного гиацинта, торфо-сапропелевого сорбента и органического коагулянта рассчитывается по проекту и предлагается на основании расчетных данных.



Уборка излишков эйхорнии на переработку в кормовую добавку

Эффективность очистки сточных и фекальных вод с применением различных методов:

Метод очистки сточных вод	Оценочная степень очистки (снижение БПК, %)
Механический	30-40
Химико-механический	40-50
Физико-химический	50-75
Биологический с применением ВВР	80-95

Максимальные начальные концентрации загрязняющих веществ в очищаемых водах предлагаемым способом и материалами

Показатель	Содержание в стоках	
	Коммунальные стоки небольших населенных пунктов, культурно-оздоровительных	Стоки пищевой, перерабатывающей промышленности, животноводства, птицеводства
Взвешенные вещества	500	1500
Биологическое потребление кислорода, мгО ₂ /л	400	1000
Химическое потребление кислорода, мгО ₂ /л	700	2000
Аммонийный азот, мг/л	150	200

Некоторые показатели эффективности очистки вод с использованием эйхорнии и ТСС

Контролируемый Показатель	До очистки эйхорнией и ТСС (после отстаивания)	После очистки эйхорнией и ТСС
ХПК, мгО ₂ /л	50,3	10,0
БПК, мгО ₂ /л	13,7	6,4
Щелочность, мг-экв/л	2,4	2,0
Жесткость, мг-экв/л	1,6	1,0
Хлориды, мг/л	37,9	14,5
Сульфаты, мг/л	98,0	42,1

Фосфаты, мг/л	1,4	0,3
Нитраты, мг/л	6,2	0,25
Аммонийный азот, мг/л	6,9	0,94
Взвешенные, мг/л	280,0	42,0
Сухой остаток, мг/л	430,5	10,4
Общее микробное число	2,3 ¹⁰	0,4 ¹⁰
Coli-индекс	1563	420
Coli-титр	0,9	1,5

Изменения некоторых показателей очистки сточных и фекальных вод используя эйхорнию и ТСС

Показатель	Стоки очистных сооружений	Стоки, очищенные эйхорнией и ТСС с площади водоемов, покрытых растениями на	
		30%	80%
РН, -	7,4	7,2	7,5
Растворимый кислород, мгО ₂ /л	0,1	1,6	2,4
Окисляемость, мг/л	8,96	15,60	26,54
Аммиак, мг/л	6,78	1,33	1,28
Нитраты, мг/л	0,78	0,125	0,0848

Результаты анализов хозяйственной и промышленной сточной воды после очистки эйхорнией

Ингредиенты	Хозяйственные стоки		Промышленные стоки	
	на день	через 7 дней	на день	через 7 дней
Взвешенные вещества, мг/л	298,0	17,2	91,7	15,2
ХПК мгО ₂ /л	533,0	109,8	384,0	110,0
БПК мгО ₂ /л	120,0	35,6	85,7	16,4
НН ₄ , мг/л	40,7	3,3	1,2	ОГС
Фосфаты, мг/л	5,7	0,4	1,4	0,05
Железо, мг/л	3,0	1,3	3,0	0,82
Щелочи, мг/л	8,0	4,8	-	-
СПАВ, мг/л	1,36	0,25	-	-
Сульфиды, мг/л	7,5	отсутствуют	-	-
Нефтепродукты, мг/л	2,6	отсутствуют	-	-
Фенолы, мг/л	85,0	отсутствуют	-	-

Допустимые значения концентраций в сточных водах, очищаемых с помощью эйхорнии и ТСС

Химическое потребление кислорода (ХПК), мгО ₂ /л	до 900
Биологическое потребление кислорода (БПК), мгО ₂ /л	до 400
NH ₃ (аммиак), мг/л	до 60
Фосфаты, мг/л	до 18
Железо, мг/л	до 22
Щелочность, мг/л	до 17
СПАВ, мг/л	до 14
Сульфиды, мг/л	до 21
Нефтепродукты, мг/л	до 25
Фенолы, мг/л	до 340

Процесс извлечения ингредиентов из сточных вод с помощью эйхорнии в зависимости от температуры и долготы дня

Ингредиенты	Средняя температура, °С/месяц					
	10-12/апрель	14-16/май	18-22/июнь	22-24/июль	21-22/август	20/сентябрь
Взвешенные вещества, мг/л	13,0	3,5	84,9	97,9	97,7	94,9
ХПК мгО ₂ /л	4,8	18,2	72,2	83,6	75,4	57,8
БПК мгО ₂ /л	9,16	47,5	85,5	90,0	90,0	87,5
NH ₄ , мг/л	15,2	44,5	92,8	99,3	96,0	89,4
Фосфаты, мг/л	40,3	70,2	84,2	87,7	80,7	75,4
Железо, мг/л	-	-	34,0	35,7	36,0	-
Щелочи, мг/л	-	-	-	38,1	38,0	-
СПАВ, мг/л	25,4	55,1	88,9	97,4	97,4	80,5
Сульфиды, мг/л	34,0	64,0	87,0	95,1	95,0	78,0
Нефтепродукты, мг/л	11,2	21,0	75,0	97,0	97,0	81,0
Фенолы	15,1	25,0	63,0	81,0	85,1	81,0

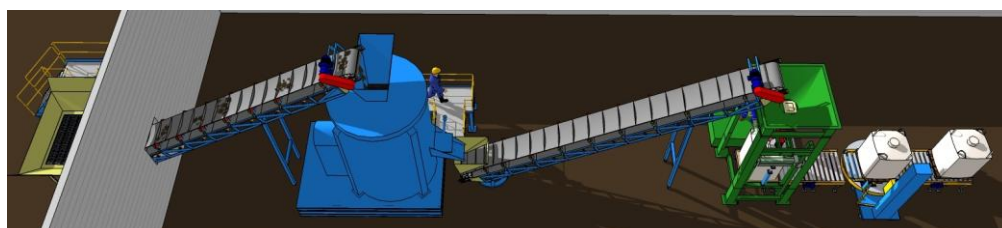
При получении всех данных технологического процесса очистки фекальных сточных вод для конкретного региона на опытно-экспериментальном комплексе последующие тиражируемые комплексы будут значительно дешевле, проектная стоимость их в 2-2.5 раза ниже первого. Кроме того избыток эйхорнии и отработанного торфо-сапропелевого сорбента идет на переработку и производство из них корма для животных и рыбы, удобрений и почвообразователя, что дополнительно удешевляет очистные комплексы за счет продаж выпускаемой продукции.

ии						х соединен ий						
	%											
Донской зональный институт сельского хозяйства (ДЗНИИСХ), совхоз Новочеркасский												
Эйхорния, 30.06	95,32	2,94	19,51	1,89	11,81	37,2	20,45	29,8	0,14	0,81	13,52	
Эйхорния, 10.07	92,7	3,01	14,97	2,73	17,06	-	22,0	31,5	0,54	0,53	14,0	
Эйхорния, взрослое растение, 20.07	93,09	3,65	15,82	4,34	27,12	22,4	24,42	20,2	0,62	0,71	34,3	
Эйхорния, молодое растение, 20.07	89,3	3,52	18,69	4,62	28,88	25,0	29,75	10,3	0,22	0,71	37,4	
Кишиневский филиал ЦИНАО												
Эйхорния, 15.08	93,82	3,45	21,6	-	25,6	27,2	21,4	15,0	0,215	0,39	31,5	

Химический состав растительной массы (в пересчете на сухое вещество)

Показатели качества	Образцы растений разного возраста			Показатели ГОСТ 18691-88
	1 месяц	2 месяц	3 месяц	
Влажность, % масс	26,0	27,0	22,0	9-12
Сырой протеин, % масс	33,7	34,0	30,0	Не нормируется
Фосфор, % масс	1,3	1,4	1,1	Не нормируется
Кальций, % масс	1,5	1,7	1,6	Не нормируется
Зола, % масс	20,1	23,1	20,8	Не нормируется
Каротин, мг/кг	10,4	24,6	59,1	Не менее 10
Сырая клетчатка, % масс	8,3	11,2	11,4	Не более 30
Нитраты, мг/кг	89,4	82,8	79,2	Не более 2000
Сырой жир, % масс	1,7	1,7	1,5	Не нормируется

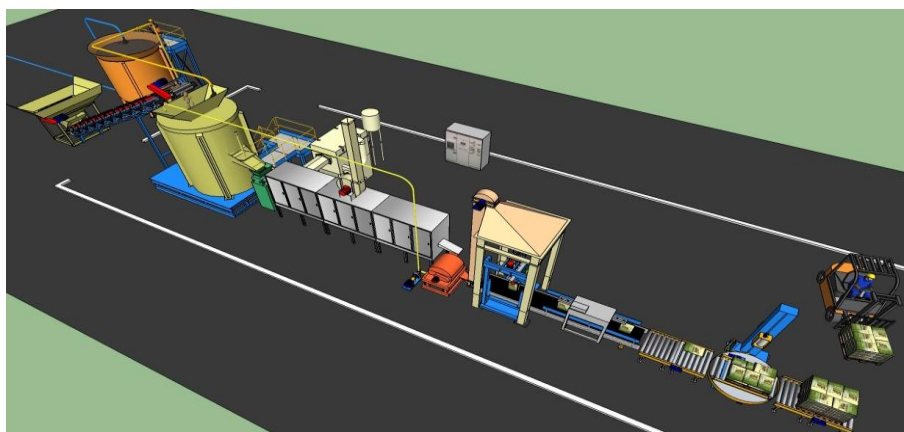
В сочетании с донными илами при переработке гиацинта можно получать органические и органо-минеральные удобрения и гумус. Также из нее можно получить прекрасное органическое удобрение для выращивания грибов.



Перерабатывающе-фасовочный цех отработанного торфо-сапропелевого сорбента в удобрения и почвообразователи



Сыпучие удобрения из использованного при очистке сточных фекальных вод торфо-сапропелевого сорбента



Оборудование перерабатывающего избыточную эйхорнию цеха в корма и удобрения



Корма из избыточной эйхорнии после ее использования на очистке сточных фекальных вод

Мы поставляем очистные комплексы как в отдельности, так и с перерабатывающими эйхорнию цехами в удобрения и кормовые добавки.

Сроки поставки и стоимость комплексов определяются Техническим заданием заказчика и заявленной производительностью. Работаем как в странах Таможенного союза, так и вне его. Все оборудование, маточный материал водного гиацинта, торфо-сапропелевый сорбент, нейтральный органический коагулянт и комплектующие производятся в России. Причем, водный гиацинт (эйхорния) уже на второй год самопроизводится и не требует дополнительного завоза.

Технико-экономическое и проектное обоснование опытно-экспериментального комплекса очистки сточных фекальных вод и его оборудование включают в себя:

- полевые и лабораторно-камеральные работы, расчет и обоснование процесса и оборудования очистки стоков водным гиацинтом, его выращивания, высаживания и сбора с переработкой в удобрения или кормовую добавку,
- расчет требуемого количества торфо-сапропелевого сорбента и органического коагулянта,
- заключение об утилизации «отработанного» водного гиацинта и сорбента переработкой в товарный продукт,
- проект опытно-экспериментального комплекса очистки сточных фекальных вод и цеха переработки эйхорнии с получением фасованной продукции, спецификацию производственного оборудования и календарный график ввода предприятий в эксплуатацию,
- изготовление, комплектацию и поставку оборудования, компонентов по Спецификации проекта,
- монтаж, наладку оборудования, высадку водного гиацинта, заправку торфо-сапропелевым сорбентом с отработкой технологического режима предприятия.



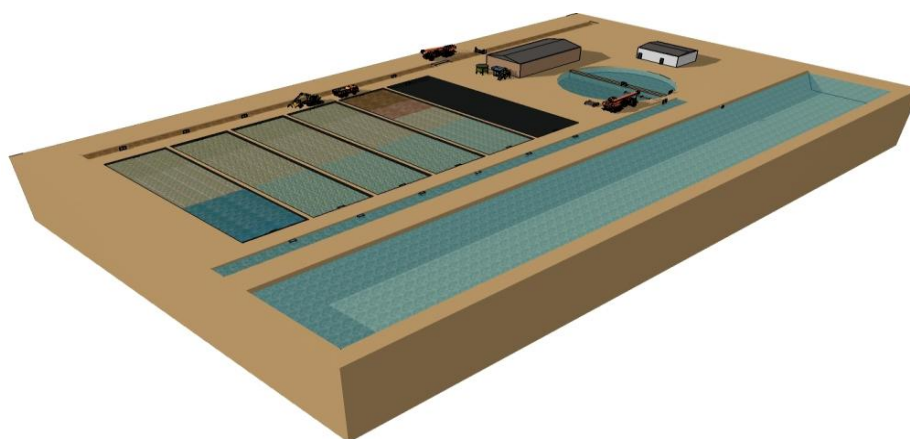
Один из прудов комплекса очистки сточных и фекальных вод эйхорнией



Комплекс прудов фермерского хозяйства подготовленный для очистки сточных вод эйхорнией и ТСС

Работы по внедрению технологии осуществляются на основании Договора и авансового финансирования его этапов выполнения:

- получение исходных данных технико-экономического обоснования комплекса очистки фекальных сточных вод для конкретного объекта,
- проектно-техническое обоснование, спецификация оборудования и материалов комплекса,
- изготовление, поставка, монтаж и наладка оборудования и материалов, земляные работы по обустройству комплекса очистки сточных вод, высадка водного гиацинта, загрузка торфо-сапропелевого сорбента,
- отработка технологического режима очистки сточных фекальных вод, обучение работе на комплексе местный обслуживающий персонал,
- подготовка проектного решения и спецификации оборудования и материалов для тиражирования комплекса на другие комплексы региона или страны в целом.



На выставочном стенде предлагаемой технологии и оборудования очистки сточных и фекальных вод

Видеофайл технологического решения очистных сооружений с применением эйхорнии и ТСС смотрите на <https://www.youtube.com/watch?v=CQb2VGs55RI>

Николай Бычек

к.т.н. горный инженер, геотехнолог, гидрогеолог