

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДОЗАБОРА УСТЬ-ИЛИМСКОГО ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Д.Б. Фрог

ОАО «МосводоканалНИИпроект»
Плетешковский пер., 22, Москва, Россия, 105005

Б.Н. Фрог

Московский государственный строительный университет
Ярославское ш., 26, Москва, Россия, 129337

М.Д. Харламова

Экологический факультет
Российский университет дружбы народов
Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093

В настоящее время решению экологических проблем ЦБК и лесопромышленного комплекса в целом уделяется большое внимание, и в первую очередь это касается вопросов оптимизации функционирования систем водоотведения и водопотребления. С одной стороны, необходимо обеспечить производство бесперебойным снабжением водой надлежащего качества, с другой — обеспечить экологическую безопасность и технологическое нормирование сбрасываемых стоков. Практические способы решения проблемы обеспечения Усть-Илимского лесопромышленного комплекса водой надлежащего качества рассматриваются в данной статье.

Ключевые слова: сточные воды ЦБК, обеспечение водой надлежащего качества, источники водоснабжения и приемники сточных вод, гидрологические характеристики водохранилища.

Промышленная заготовка древесины и ее дальнейшая переработка в том числе в целлюлозно-бумажную продукцию, а также производство сопутствующих химических веществ (таллового масла и скипидара) всегда являлись и являются потенциальными источниками негативного воздействия на окружающую среду, в первую очередь из-за образования высокоопасных сточных вод. Несовершенство действующей системы контроля и оценки экологического воздействия лесопромышленных комплексов на окружающую среду, неограниченное количество нормируемых показателей сброса загрязняющих веществ, а также неравномерность

экономического развития целлюлозно-бумажного промышленного производства привели к отсутствию у предприятий стимулов предотвращать и сокращать сброс сточных вод и, как следствие, к обострению экологической ситуации вокруг ЦБК. Похожая ситуация складывается сегодня в различных регионах России — на Котласском и Байкальском, Архангельском и Калининградском ЦБК. Не является исключением и Усть-Илимский лесопромышленный комплекс (УИ ЛПК) — крупнейший производитель продукции лесобработки, целлюлозно-бумажной и лесохимической продукции в Сибирском регионе. На территории комплекса сегодня действуют четыре продуктовые линии, а мощность основной линии составляет 697,3 тыс. т товарной целлюлозы, производимой из древесных отходов производства.

Источником водоснабжения комбината является Усть-Илимское водохранилище, а основным источником загрязнения водохранилища — г. Усть-Илимск, расположенный менее чем в 1 км от береговой линии. В настоящее время сброс поверхностного стока идет по рельефу береговой линии. Городская насосная канализационная станция имеет аварийный выпуск в ручей Симаха, впадающий непосредственно в водохранилище. Эти факторы в совокупности снижают качество воды в районе водозабора УИ ЛПК.

Вместе с тем разрешен сброс производственных и поверхностных сточных вод комбината и бытовых сточных вод г. Усть-Илимска по трем выпускам в р. Ангара и руч. Катывов. Суммарный ежегодный объем стока составляет около 90 млн куб. м, при этом не по всем показателям качество стоков соответствует ПДК вредных веществ для водных объектов.

В настоящее время решению экологических проблем ЦБК и лесопромышленного комплекса в целом уделяется большое внимание, в первую очередь это касается вопросов оптимизации функционирования систем водоотведения и водопотребления. С одной стороны, необходимо обеспечить производство бесперебойным снабжением водой надлежащего качества, с другой — обеспечить экологическую безопасность и технологическое нормирование сбрасываемых стоков.

ОАО «Производственное объединение „Усть-Илимский лесопромышленный комплекс“», расположенный в Иркутской области, в непосредственной близости от г. Усть-Илимск, является одним из крупнейших в мире лесохимическим предприятием. На долю комплекса приходится свыше 25% выпускаемой в России товарной блененной сульфатной целлюлозы высших и высоких марок. Усть-Илимский ЛПК входит в состав холдинга ЗАО «Илим Палп Энтерпрайз» (Санкт-Петербург), который был зарегистрирован 30 апреля 1992 г. Корпорация входит в десятку мировых компаний по уровню производства товарной целлюлозы и заготовке леса.

Целлюлозный завод ОАО «Производственное объединение „Усть-Илимский лесопромышленный комплекс“» с 2004 г. начал работать по новой организационной схеме. Завод поделен на четыре профильных производства: целлюлозы, щепы, химикатов, ТЭС. В производство целлюлозы вошли варочный, отбельный и сушильный цеха, в производство щепы — древесно-подготовительный цех и закрытый склад коры и щепы, в производство химикатов — цеха каустизации и регенерации извести и двуокиси хлора, в производство ТЭС — котлотурбинный

и выпарной цеха и содорегенерационные котлы. В общей структуре целлюлозного завода отдельно стоят очистные сооружения и цех лесохимических продуктов.

Сегодня УИ ЛПК экспортирует до 90% от общего объема произведенной беленой целлюлозы. Основные импортеры — европейские и азиатские страны: Германия, Италия, Великобритания, Греция, Китай, Корея, Япония, Тунис и др. С февраля 2002 г. УИ ЛПК выпускает новый вид продукции — небеленую листовую целлюлозу, которая пользуется высоким спросом в странах Азиатско-Тихоокеанского региона. Кроме того, комбинат экспортирует талловую канифоль (крупнейший импортер — Нидерланды), а также различные виды лесохимической продукции.

Существующая промышленная площадка филиала ОАО «Группа „Илим“» в г. Усть-Илимске размещается на территории в 7,5 км севернее ближайших жилых застроек города. Территория промплощадки расположена на правом берегу р. Ангара в 10 км ниже плотины Усть-Илимской ГЭС. Земельный участок в границах ограждения составляет 258,337 га.

Водозабор УИ ЛПК расположен на правом берегу Усть-Илимского водохранилища в 500 м выше плотины ГЭС. Гидрологические характеристики водохранилища при НПУ и УМО представлены в табл. 1. Площадь водосбора в створе водозабора УИ ЛПК составляет 746 380 кв. км; ширина водохранилища в районе водозабора около 4 км, средняя глубина — 35 м.

Таблица 1

Гидрологические характеристики водохранилища

№ п.п.	Параметры	НПУ	УМО
1	Уровень воды, м (БС)	296,0	294,5
2	Площадь зеркала	1 922	1 809
3	Полный объем, куб. км	58,93	56,19
4	Полезный объем, куб. км	2,77	
5	Площадь водосбора, кв.км	78 500	
6	Длина береговой линии, км	3 000	
7	Максимальная ширина, км	10,4	
8	Максимальная глубина, м	72	

Водохранилище отличается неоднородным гидрологическим режимом на разных участках. Пополнение объема происходит за счет боковой приточности и сбросов через Братскую ГЭС. Ежегодный режим наполнения водохранилища заканчивается обычно к концу октября. Величина среднесезонного сбросного расхода воды через гидроузел составляет 3247 куб. м/с. В створе водозабора направление течения в поверхностном слое воды меняется в зависимости от направления ветра и составляет 0,06—0,08 м/с. Наиболее проточны горизонты на глубине 4,6 и 10 м. Береговая линия изрезана заливами, углубленными в сушу на 5—6 км. Берега сложены скальными породами, прикрытыми песчаными и суглинистыми отложениями. Ложе водохранилища V-образной формы, изрезано скальными неровностями до 4—50 м, сложено диабазом, перекрытым мощным слоем супесей. Усть-Илимское водохранилище по характеру водообмена аккумулятивно-транзитное. Коэффициент условного водообмена равен 1,75, т.е. вода полностью меняется 1,75 раза в год.

Забор воды производится на глубине 40 м от поверхности с помощью насосной станции. Общий расход подаваемой воды составляет 48 000 куб. м/ч, диаметр водоводов 1200—1400 мм, протяженность водопроводной линии — 13,5 км.

Основным источником загрязнения нижней части водохранилища является г. Усть-Илимск. Ближайшие жилые районы расположены менее чем в 1 км от берега. Поэтому в районе реализуется комплексная система водоотведения, при которой хозяйственно-бытовые стоки города подаются на очистные сооружения, расположенные на площадке ЛПК (поток 1), где проходят полный комплекс биологической очистки и совместно с очищенными промышленными стоками комплекса сбрасываются в р. Ангара через рассеивающий глубинный выпуск в 12 км ниже плотины Усть-Илимской ГЭС. При этом ливневые стоки собираются с территории города отдельно и сбрасываются через единственный сосредоточенный выпуск в руч. Симаха, впадающий в водохранилище в 200 м выше створа плотины. Сброс остального поверхностного стока идет непосредственно по рельефу береговой зоны и никак не контролируется. Кроме того, в 300 м северо-восточнее рассматриваемого водозабора располагается городская канализационная насосная станция, подающая городские сточные воды на очистные сооружения ЛПК, аварийный выпуск которой осуществляется также в руч. Симаха (в 300 м от устья). Таким образом, руч. Симаха, попадающий в зону санитарной охраны источника водоснабжения УИ ЛПК, является коллектором неконтролируемых поверхностных городских стоков, аварийных сбросов насосной станции и сосредоточенного выпуска городских ливневых стоков.

Водоотведение предприятий УИ ЛПК осуществляется по полной раздельной схеме и состоит из следующих систем канализации:

- хозяйственно-бытовых сточных вод;
- производственных загрязненных сточных вод;
- производственных незагрязненных (условно чистых) и дождевых (ливневых) сточных вод.

Очистка производственных загрязненных сточных вод всех цехов и предприятий ЛПК осуществляется совместно с бытовыми сточными водами города и предприятий на объединенных сооружениях механической и биологической очистки. Механически очищенные производственные и бытовые сточные воды совместно подаются на внеплощадочные сооружения биологической очистки сточных вод (поток 1).

Условно чистые и незагрязненные сточные воды филиала ОАО «Группа Илим» в г. Усть-Илимске, ОАО «Усть-Илимский механический завод», ОАО «Иркутскэнерго» совместно с дождевыми и тальми водами направляются в реку Ангару через выпуск № 2 (поток 2).

Условно чистые, талые и дождевые воды с промплощадки ОАО «Группа Илим» и южной части промплощадки УИ ЛПК направляются в ручей Катывов через выпуск № 3 (поток 2).

Комплекс водозаборных сооружений УИ ЛПК включает два водовода диаметром 1400 мм и длиной 13,5 км и насосную станцию I подъема.

Для оценки санитарного состояния источника водоснабжения УИ ЛПК проводился мониторинг показателей качества воды в месте водозабора. В таблице 2

представлены величины средних концентраций основных показателей качества воды и их предельно допустимые концентрации. Все данные были статистически обработаны. Анализ полученных данных показывает, что величины средних концентраций 95% обеспеченности за весь период наблюдений не превышают установленных ПДК для всех показателей, за исключением БПК₂₀ и фенолов. В отдельных пробах воды наблюдается превышение ПДК по показателю БПК₅ (от 2,1 мг/л до 3,2 мг/л при средней концентрации 1,94). Таким образом, по показателям качества воды Усть-Илимское водохранилище соответствует 1-му классу, а по БПК — 2-му классу поверхностных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. В статье приводятся хронологические графики показателей качества воды (всего 22 показателя), построенные по данным наблюдений за период с 2000 по 2009 г.

Таблица 2

Усредненные концентрации основных показателей качества воды

Показатель	Единицы измерения	ПДК	Среднее значение
Органолептические показатели воды	балл	2	0
Запах при 20 °С	балл	2	0
Привкус при 20 °С	град	20	12,56
Цветность	мг/л	1,5	0,24
Мутность	мг O ₂ /л	2,0	1,94
Обобщенные показатели	мг O ₂ /л	3,0	3,18
БПК ₅	мг/л	Фон+0,25	1,28
БПК ₂₀	ед. рН	6,5—8,5	7,7
Взвешенные вещества	мг/л	—	1,4
Водородный показатель	мг-экв/л	7,0	1,46
Гидрокарбонаты	мг/л	0,3	0,056
Жесткость общая	мг/л	—	<0,025
Нефтепродукты	мг/л	7,0	1,85
АПАВ	мг/л	Не менее 4	11,9
Окисляемость перманганатная	мг/л	1000	108,2
Растворенный кислород	с ⁰	—	—
Сухой остаток	мг/л	15	7,13
Температура	мг/л	0,001	0,0011
ХПК	мг/л	10,2	0,45
Фенолы	мг/л	0,01	<0,005
Неорганические вещества*	мг/л	—	0,0007
Нитраты	мг/л	0,01	<0,0005
Свинец	мг/л	5,0	0,085
Сероводород	мг/л	3,0	0,04
Органические вещества*	мг/л	0,2	0,09
Диметилсульфид	мг/л	—	0,23
Лигнин	мг/л	0,05	0,0044
Метанол	КОЕ в 1 мл	—	отсутств.
Скипидар	число бакт. в 100 мл	не более 1000	отсутств.
Таловые масла	число бакт. в 100 мл	не более 1000	отсутств.
Формальдегид	БОЕ в 100 мл	отсутствие	отсутств.
Микробиологические и паразитологические показатели			
Общее микробное число			
Общие колиформные бактерии			
Термотолерантные колиформные бактерии			
Колифаги			

*В таблице приводятся только основные показатели, полный список состоит из 51 показателя.

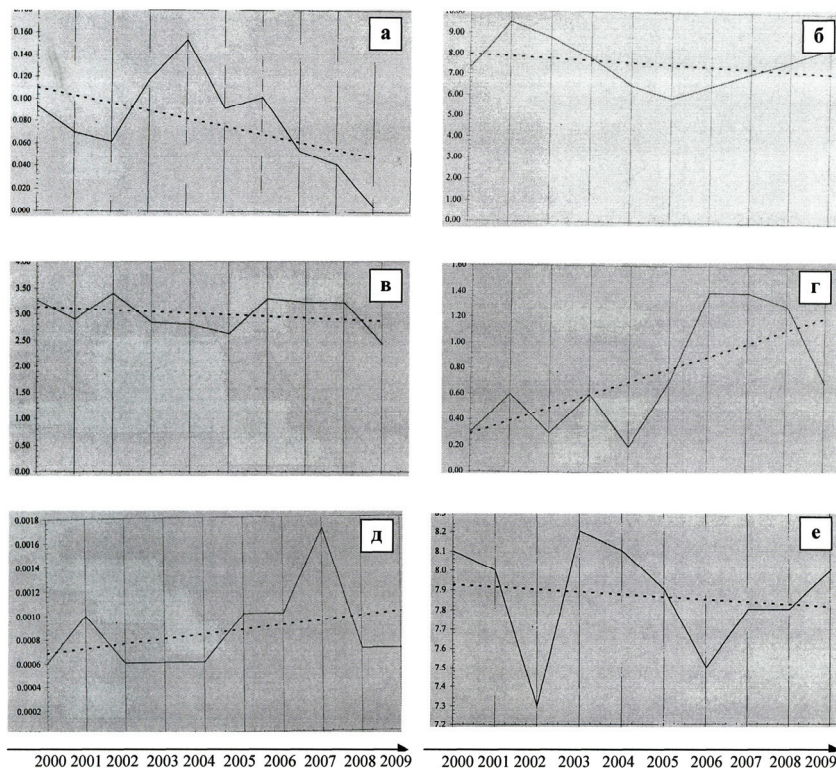


Рис. 1. Хронологические графики изменения показателей воды

На основании анализа данных по химическим и микробиологическим показателям с 2000 по 2009 г. сделан прогноз по изменению качества воды, в соответствии с которым установлено, что по показателям: БПК₅, БПК₂₀, нефтепродукты, нитриты, фтор, метанол, рН, ХПК, растворенный кислород, перманганатный индекс, цветность и формальдегид — существует нисходящий тренд; для фенолов, нитратов, кальция, магния, хлоридов, сульфатов, мутности, взвешенных веществ, сухого остатка и жесткости — восходящий тренд.

Согласно требованиям нормативных документов граница первого пояса зоны санитарной охраны (ЗСО) (пояс строгого режима) источника водоснабжения с учетом природных условий устанавливается на расстоянии не менее 100 м во всех направлениях по акватории водозабора при обследовании территории было выяснено, что в данную зону попадают объекты базы отдыха и яхт-клуба (20 вагончиков, 4 причала, 6 кабинок, эстрада, 8 вагончиков кафе). Кроме того, на данной территории отсутствуют ограждения вдоль линии железной дороги, пункты охраны, предупредительные знаки. На воде отсутствуют предупредительные буи и бакены с освещением.

Граница второго пояса ЗСО водозабора (пояс ограничений) устанавливается с учетом природных условий во все стороны от водозабора на расстоянии 3 км на акватории и по территории водосбора. При наличии нагонных ветров более 10% — на расстоянии 5 км. Граница третьего пояса ЗСО рассматриваемого водозабора полностью совпадает с границей второго пояса.

При обследовании территории второго и третьего поясов ЗСО было выяснено, что в данную зону попадают: сток руч. Симаха; территория, стихийно используемая для рекреации; несанкционированная свалка технических и строительных отходов; индивидуальные гаражи на сотни машиномест; не действующий завод стройматериалов; тальвег, по которому неочищенный поверхностный сток с части территории города поступает в водохранилище, а также болото перед автодорогой, которое является естественным отстойником ливневых стоков, поступающих с территории города.

По результатам исследований были определены порядок и объем необходимых мероприятий по улучшению санитарного состояния территорий первого и второго поясов ЗСО (в соответствии с требованиями нормативных документов). К этим мероприятиям относятся:

- обозначение границ и акватории поясов предупредительными наземными знаками и буями и установка сторожевой (тревожной) сигнализации по границе первой зоны;

- очистка стока руч. Симаха перед его выпуском в Усть-Илимское водохранилище;

- очистка и планировка прибрежных территорий правого берега (в районе лодочной станции на правом берегу залива Межница и в районе гаражей);

- очистка поверхностного стока, поступающего с застроенной территории по тальвегам (строительство в тальвегах очистных сооружений по типу «био-плато»).

Согласно литературным данным, очистные сооружения типа «био-плато» обладают следующими преимуществами по сравнению с другими (аэротенками, физико-химической очисткой и т.д.):

- дешевизной и простотой строительства и эксплуатации конструкции;

- отсутствием потребности в электроэнергии;

- высокой эффективностью очистки;

- отсутствием необходимости в постоянном обслуживающем персонале.

Кроме того, нами было проведено сравнение эффективности очистки поверхностного стока с помощью других типов очистных сооружений, эксплуатируемых в г. Москве. Сравнительный анализ качества воды в выпусках в р. Москва показал, что в коллекторах, оборудованных очистными сооружениями, концентрация взвешенных веществ и нефтепродуктов примерно в 2 раза ниже, чем на выпусках без очистных сооружений (табл. 3).

Таблица 3

Сравнительный анализ качества воды

Сооружение	Нефтепродукты			Взвешенные вещества		
	Конц. на входе, мг/л	Конц. на выходе, мг/л	Эффективность очистки, %	Конц. на входе, мг/л	Конц. на выходе, мг/л	Эффективность очистки, %
Щитовое ограждение «Пресня»	1,638	0,830	49,3	121,5	51,8	57,4
Пруд-отстойник «Братеево»	1,958	0,416	78,7	184,7	19,4	89,5
Камерный тип «Филевская пойма»	1,203	0,475	60,5	138,5	52,6	62,0

Эффективность очистки, обеспечиваемая различными типами очистных сооружений, в г. Москве. Принцип действия сооружений фитотехнологии основан на использовании процессов седиментации, фильтрации и естественного самоочищения водоема. Высшая водная растительность, водная микрофлора и микроорганизмы осуществляют деструкцию, трансформацию и аккумуляцию биогенных элементов, взвешенных веществ, ионов тяжелых металлов, а также таких органических веществ, как нефтепродукты, СПАВ и т.д.

Высшие водные растения, такие как тростник, камыш, рогоз, рдест, сусак, аир, играют ключевую роль, поглощают значительное количество биогенных элементов, снижают уровень эвтрофикации водоема. Они усваивают и перерабатывают органические вещества (фенол, нефть и нефтепродукты), интенсифицируют очистку воды от тяжелых металлов, насыщают воду кислородом, создают благоприятные условия для развития и размножения беспозвоночных, нереста рыб. Жизнедеятельность макрофитов способствует всплыванию нефтепродуктов, осевших на дно, и их разрушению.

Наиболее перспективны для очистки воды от нефти камыш озерный и рогоз узко- и широколистный. Камыш озерный также интенсивно очищает воду от фенола и его производных (пирокатехина, резорцина, ксилола и др.). Одно растение массой 100 г способно извлечь до 4 мг фенола. Кроме того, камыш активно аккумулирует марганец, ирис — кальций, осока — железо, ряска — медь.

Следует отметить, что даже достаточно высокие концентрации аммиака, фенола, свинца, ртути, меди, кобальта или хрома не сказываются заметно на росте и развитии тростника. Тростник является субстратом для развития различных видов прикрепленных водорослей.

В результате проведенных исследований было выяснено, что заросли высшей водной растительности естественно развиваются в местах впадения стоков загрязненных поверхностных вод, то есть на наиболее загрязненных участках акватории. Проведенные исследования проб воды, отобранной из руч. Симаха до места его впадения в естественное болото, и в месте впадения в водохранилище показали небольшое отличие от имеющихся литературных данных об эффективности очистки поверхностных вод методом фитотехнологии (табл. 4).

Таблица 4

Данные исследования проб воды и эффективности очистки в естественных условиях

Показатель загрязнения	Руч. Симаха	Водохранилище	Полученная эффективность очистки, %	Эффективность, %*
БПКпол, мг/дм ³	2,52	1,7	32	60—80
Взвешенные вещества, мг/дм ³	4,8	0,7	85	92—97
Нефтепродукты, мг/дм	0,09	0,04	67	70—90

*По литературным данным.

Исходя из полученных данных, был сделан вывод о возможности создания системы очистных сооружений в виде аварийного пруда-накопителя и биоплато для очистки стока руч. Симаха и оцелесообразности проведения дополнительных искусственных посадок высших водных растений на акватории планируемого биоплато (рис. 2).

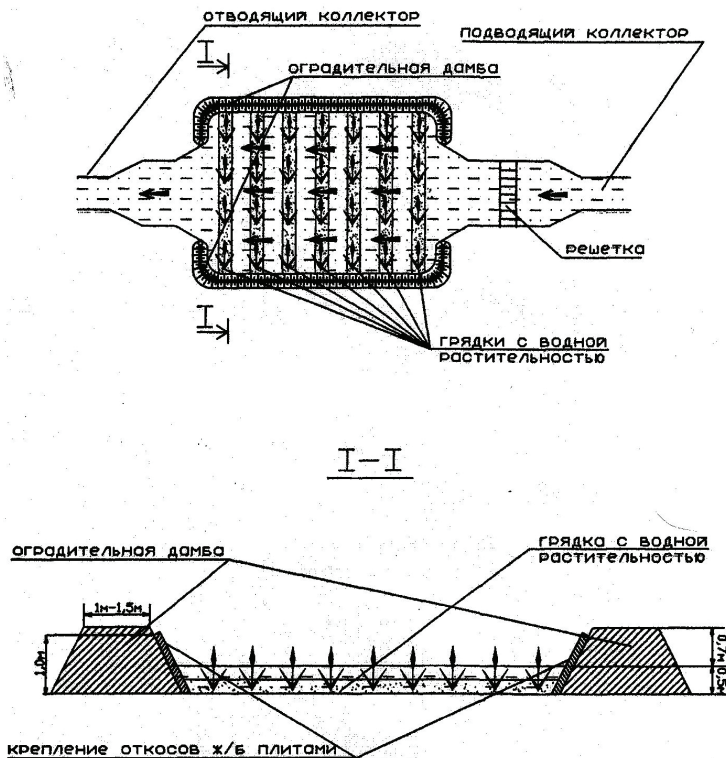


Рис. 2. Схема устройства очистного сооружения ливневых вод «Биоплато»

Устье руч. Симаха располагается в 50 м ниже по течению от границы территории, отводимой под первый пояс ЗСО. В ручей поступает поверхностный сток с части территории города, кроме того, в 300 м от устья имеется аварийный выпуск городской канализационной насосной станции (ГКНС). Таким образом, ручей является потенциально опасным источником загрязнения водохранилища, особенно в случае возникновения аварийной ситуации на канализационной насосной станции. Авторами предложен вариант создания системы «проточный пруд — биоплато», совмещенной с аварийным прудом-накопителем городской канализационной станции.

Для создания системы прудов предполагается использовать уже существующий котлован (естественно заболоченный), находящийся в 130 м от устья ручья. В настоящее время дно котлована заполнено водой, откосы покрыты древесно-кустарниковой растительностью, по берегам присутствуют незначительные естественные заросли осоки, камыша, рдеста, поверхность воды покрыта ряской. Котлован от русла ручья отделяет частично разрушенная перемычка высотой 2 м и шириной около 10 м.

Проектируемая система представляет собой котлован объемом около 45 000 м³, разделенный дамбой со встроенным затвором. Отгороженная часть котлована объемом около 10 000 м³ предназначена для приема аварийного сброса городской канализационной станции. В оставшейся части котлована предполагается создать биоплато. Поступающие на биоплато воды ручья будут подвергаться отстаиванию и самоочищению в зарослях высшей водной растительности и далее по выходному каналу, оборудованному затворным механизмом, возвращаться

в существующее русло. В холодный период года биоплато будет работать как отстойник.

Проектируемая система биоплато и аварийной емкости имеет длину 150 м, ширину 60 м и глубину 5 м. Аварийная емкость имеет размеры: длина 35 м, ширина 60 м и глубина 5 м.

Обеспечение растворенным кислородом (5—7 мг/л) предполагается осуществлять за счет истечения воды через зубчатый водослив. Остальной кислород, необходимый для доведения БПК до нормативного значения, обеспечивается за счет реаэрации. Скорость течения сточных вод на биоплато обычно составляет около 4—6 мм/с. При средней продолжительности пребывания стока ручья в системе 12—24 часа и наличии в последнем высшей водной растительности будет обеспечена очистка по взвешенным веществам до 80%.

Задержание нефтепродуктов в случае аварийного разлива в бассейне руч. Симаха должна обеспечивать затопленная полупогружная перегородка на выпуске из биоплато. Предполагаемая эффективность изъятия нефтепродуктов должна составлять до 90%.

Таким образом, в обычном режиме проектируемая система будет работать как биоплато, а в аварийном режиме — при закрытом затворе на выходном канале и открытом затворе в разделительной перемычке — как аварийная емкость ГКНС.

Расчетная стоимость строительства биоплато площадью 0,2 га составляет с учетом НДС примерно 650 тыс. руб. Полная стоимость строительства системы прудов должна составить 2 600 000 руб.

ECOLOGICAL SAFEGUARDING AND NORMALIZED WATER USE OF UST-ILIMSK WOOD-INDUSTRIAL COMPLEX

B.N.Frog

«Mosvodokanal-project-research institute»
Pleteshkovski per., 22, Moscow, Russia, 105005

Frog D.B.

Moscow State Building University
Yaroslavskoye avenue, 26, Moscow, Russia, 129337

Harlamova M.D.

Ecological faculty
Russian Peoples Friendship University
Podolskoye avenue, 8/5, Moscow, Russia, 113093

Nowadays high attention is paid to the ecological problems of cellulose-paper group of enterprises and wood industrial complex as a whole. First of all it is connected with questions of operating optimization of water use and water derivation systems. On the one hand it is necessary to provide the production by steady provision of behooving quality water, on the other hand — to provide ecological safety and technological standardization of thrown sewer. The practical ways of this problem decision for Ust-Ilimsk wood-industrial complex are considered in the article.

Key words: sewages CPC (cellulose-paper complexes), provision by water behooving quality, sources of the water-supply and receivers of the sewages, hydrological features of the reservoir.