

**БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

УДК 628.29; 626.162

**НОВИКОВА**  
Ольга Константиновна

**РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТВЕДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ  
ВОД ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С УЧЕТОМ ИХ  
СОСТАВА И ОБЪЕМОВ, ПОДЛЕЖАЩИХ ОЧИСТКЕ**

Автореферат диссертации  
на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.23.04 – Водоснабжение, канализация, строительные  
системы охраны водных ресурсов

Минск, 2010

Работа выполнена в Белорусском национальном техническом университете

Научный руководитель – **Колобаев Алефтин Николаевич**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Водоснабжение и водоотведение», Белорусский национальный технический университет

Официальные оппоненты: **Войтов Игорь Витальевич**, доктор технических наук, Председатель Государственного комитета по науке и технологиям

**Правошинский Николай Алексеевич**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заместитель главного инженера проекта ОАО "АкваБелСистем"

Оппонирующая организация – Республиканское унитарное предприятие "Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов"

Защита состоится 7 октября 2010 г. в 14<sup>00</sup> часов на заседании совета по защите диссертаций Д 02.05.10 Белорусского национального технического университета по адресу: 220013, г. Минск, проспект Независимости, 65, корп. 1, ауд. 202, тел. ученого секретаря (017) 265-97-29.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского национального технического университета.

Автореферат разослан 7 сентября 2010 г.

Ученый секретарь  
совета по защите диссертаций



Нестеров Л. В.

## ВВЕДЕНИЕ

Формирование качества поверхностных водных объектов происходит не только под влиянием природных процессов, но и в результате воздействия различных источников антропогенного происхождения. В последние годы во всех странах мира все более пристальное внимание уделяется рассредоточенным источникам загрязнения, влияние которых на качество водных объектов сопоставимо, а в отдельных случаях превышает нагрузку от сосредоточенных сбросов сточных вод промышленности и коммунального хозяйства. Одним из существенных рассредоточенных источников загрязнения является поверхностный сток с урбанизированных территорий, который подразделяется на сток с селитебной территории и сток с площадок промышленных предприятий.

При проектировании, строительстве и эксплуатации очистных сооружений поверхностных сточных вод промышленных предприятий необходимо учитывать главную особенность этих вод: крайне неравномерное распределение расходов и концентраций загрязняющих веществ во времени. Определение производительности очистных сооружений, исходя из максимальных расходов воды, связано с неоправданным удорожанием строительства, так как на полную мощность очистные сооружения будут работать крайне редко и в течение непродолжительного времени. В связи с этим часто предусматривается создание специальных регулирующих резервуаров, куда направляются поверхностные сточные воды при расходах, близких к максимальным. Значения этих расходов обычно принимаются в процентах от максимальных величин поверхностного стока с рассматриваемой территории. При этом известный факт, что концентрации загрязняющих веществ снижаются по ходу дождя, учитывается лишь косвенно.

По сравнению с поверхностным стоком с селитебных территорий сток с площадок промышленных предприятий изучен гораздо хуже. В Республике Беларусь количественные данные о качестве дождевых и талых сточных вод с территорий промышленных предприятий были получены в 70-е годы прошлого века (Н. А. Правошинский, В. Ф. Климкова), из которых следует, что наиболее загрязненными являются дождевые и талые воды с территорий предприятий машиностроения. Из-за давности лет и больших изменений в технологических процессах, культуре производства, полученные в период функционирования СССР результаты исследований нельзя распространить на современное состояние поверхностного стока с территорий аналогичных водосборов. Настоящая работа направлена на рассмотрение менее изученных вопросов количественной оценки загрязненности дождевых и талых сточных вод с территорий промышленных предприятий, которая необходима как для проектирования локальных и общегородских очистных

сооружений, так и для установления допустимой антропогенной нагрузки на экологическое состояние природных водных объектов.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Связь работы с крупными научными программами и темами.** Диссертационная работа выполнена на кафедре «Водоснабжение и водоотведение» Белорусского национального технического университета в составе научно-исследовательских тем:

1) ХОБР-021 «Разработка методологии оценки экологического состояния и научное обоснование экологической реабилитации водоемов мегаполисов (на примере Минска и Санкт-Петербурга)» по гранту Белорусского и Российского фонда фундаментальных исследований (ГР 20066241, срок выполнения – 2006-2008 гг.);

2) ГБ 06-237 «Совершенствование систем городского водного хозяйства» по плану бюджетных исследований БНТУ (срок выполнения – 2006–2010 гг.).

Отдельные научные результаты диссертационной работы использованы при выполнении научно-исследовательских работ:

«Разработка методических рекомендаций по нормированию массы сброса загрязняющих веществ в поверхностном стоке (дождевых и талых вод) с застроенных территорий населенных пунктов и промплощадок»; выполнена ЦНИИКИВР по плану Республиканского бюджетного фонда охраны природы (ГР 2007371, срок выполнения – 2007–2008 гг.);

«Разработка предельно-допустимых сбросов (ПДС) вредных веществ промышленных предприятий в хозяйственно-канализационную канализацию г. Жлобина» (раздел 13 Характеристика поверхностного стока с территории г. Жлобина); выполнена в УО «БелГУТ» в 2009 г. по договору № 5336 от 25.01.2008 г. с КЖУП «Уником» г. Жлобин.

**Цель и задачи исследования.** Цель диссертационной работы – установление закономерностей формирования качественного состава дождевых и талых сточных вод с территорий промышленных предприятий для регулирования водоотведения и обоснования объемов поверхностных сточных вод, направляемых на очистные сооружения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Оценить качество дождевых и талых сточных вод с территорий различных площадок промышленных предприятий.

2. Теоретически установить и экспериментально подтвердить закономерности формирования качественного состава дождевых и талых сточных вод промышленных предприятий.

3. Разработать рекомендации по определению объемов подлежащих очистке поверхностных сточных вод промышленных предприятий.

4. Разработать метод определения количества загрязняющих веществ, выносимых в составе поверхностных сточных вод с территорий предприятий сельскохозяйственного машиностроения, и установить укрупненные удельные значения выноса для различных групп площадок данной отрасли.

Объектом исследования являются дождевые и талые сточные воды промышленных предприятий.

Предмет исследования – процессы формирования качества поверхностных сточных вод, схемы их отведения.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Критерий относительной стабилизации качества дождевого стока в виде критического слоя осадков, достаточного для смыва основной массы загрязняющих веществ, определяемый в зависимости от рельефа местности, доли водопроницаемых поверхностей в общей площади водосбора, фильтрационных способностей почв и процентов смываемых загрязнений, при достижении которого сточные воды могут отводиться, минуя очистные сооружения.

2. Методика определения объемов поверхностных сточных вод, направляемых на очистные сооружения, с учетом критерия стабилизации их качества и типичного для водосбора предприятия распределения количества дней в теплый период года с различным количеством осадков, на основании которой разработаны рекомендации по отведению дождевых и талых сточных вод в зависимости от особенностей площадок промышленных предприятий.

3. Методика расчета количества загрязняющих веществ, выносимых с территорий предприятий сельскохозяйственного машиностроения, учитывающая схемы отведения поверхностных сточных вод и установленные экстремальные и средние концентрации загрязняющих веществ в дождевых и талых сточных водах, позволяющая определять размер антропогенной нагрузки на природные водные объекты.

**Личный вклад соискателя** состоит: в формулировании научных гипотез, организации и проведении экспериментальных исследований; обобщении и анализе полученных результатов, подготовке рекомендаций по использованию полученных результатов при регулировании отведения и очистке поверхностных сточных вод с территорий промышленных предприятий.

В диссертации автором решена задача построения рациональной схемы отведения и определения объемов направляемых на очистку дождевых и талых сточных вод на основании установленных закономерностей формирования качества этих вод.

**Апробация результатов диссертации.** Материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих научно-практических

конференциях, форумах и симпозиумах: Международной научной конференции «Природная среда Полесья: особенности и перспективы развития» (Брест, 7–9 июля 2006 г., Брест, 10–12 сентября 2008 г.); III Международном экологическом симпозиуме в городе Полоцке «Региональные проблемы экологии: пути решения» (Полоцк, 2006 г.); Пятим международном конгрессе по управлению отходами и природоохранным технологиям «ВэйсТЭК 2007» (Москва, 29 мая–1 июня 2007 г.); III Международной научно-практической конференции «Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура» (Мозырь, 2007 г.); Международной научно-практической конференции «Техника и технологии: инновации и качество» (Барановичи, 2007 г.); Международной научно-практической конференции «Проблемы безопасности на транспорте» (Гомель, 2007, 2008 гг.); Международном конгрессе "Вода: экология и технология" ЭКВАТЭК–2008 (Москва, 3–6 июня 2008 г.); III Международном водном форуме «Международное сотрудничество и решение водно-экологических проблем» (Минск, 2–3 октября 2008 г.), Международной научно-практической конференции БНТУ (Минск, 21–22 мая 2009 г.), Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию Победы в Великой Отечественной войне «Проблемы водоснабжения, водоотведения и энергосбережения в западном регионе Республики Беларусь» (Брест, 22–23 апреля 2010 г.).

**Опубликованность результатов диссертации.** Основные результаты диссертации опубликованы в 17 научных работах: четыре в рецензируемых научных изданиях и журналах, включенных в перечень ВАК Беларуси (всего 2,1 авторских листа), 8 – в научных изданиях и сборниках материалов конференций, 3 – в сборниках тезисов докладов и 2 – в других изданиях. Подана заявка на патент Республики Беларусь (на изобретение) № 2091248 от 20.08.2009 г.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из перечня условных обозначений, введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, библиографического списка (включающего 114 использованных источников и 17 публикаций автора) и пяти приложений. Объем диссертации составляет 108 страниц, включая 17 рисунков и 20 таблиц. Объем приложений составляет 40 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**В общей характеристике** работы представлены связь работы с крупными научными программами и темами, цель и задачи исследования, основные положения, выносимые на защиту, личный вклад соискателя, апробация, опубликованность, структура и объем диссертации.

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертации, приведен ряд вопросов, нуждающихся в изучении, отражено место диссертации среди других исследований по аналогичной тематике.

**Первая глава** посвящена аналитическому обзору исследований поверхностных сточных вод с урбанизированной территории.

В настоящее время поверхностные сточные воды с городской территории и площадок промышленных предприятий остаются одним из существенных источников загрязнения принимающих водных объектов.

Влияние различных факторов на загрязненность поверхностного стока изучалось многими учеными: Н. А. Правошинским, П. Д. Гатило, В. Ф. Климковой, Т. Д. Гречухиной (1965–1975 гг.), Е. П. Овчаровой (2003–2006 гг.) на примере г. Минска; Г. Г. Шигориним, М. В. Молоковым, А. М. Кургановым (1949–1959, 1963–1964, 2000–2008 гг.) и другими авторами в городах России; В. М. Хват, А. А. Бухолдиним, А. В. Рокшевской (1972–1973 гг.) и Г. А. Сухоруковым (1999–2001 гг.) в городах Украины; J. Marselek (1997–1999 гг.) в г. Онтарио (Канада); П. Б. Белтрена, А. А. Казлаускене (2003 г.) в городах Литвы и другими зарубежными исследователями. Большое внимание загрязненности поверхностных сточных вод уделялось на международных научных конференциях (Дания, Швеция, Норвегия, Словакия, США, Россия).

Изучение литературных источников показало, что качество поверхностных сточных вод с селитебной территории изучено в гораздо большей степени, чем стока с территорий промышленных предприятий, который отличается высоким содержанием загрязняющих веществ. Особенно велики отличия в максимальных значениях концентраций, что во многом связано с отбором проб дождевых и талых сточных вод в различных точках дождевой канализации (во внутренних сетях, в общих коллекторах или на выпусках в водный объект). Кроме того, произошедшие за последние десятилетия изменения в технологических процессах, культуре производства, составе мероприятий по благоустройству территории затрудняют однозначную оценку фактической загрязненности поверхностных сточных вод, используя хоть и широкомасштабные, но устаревшие данные.

Специфические особенности дождевых и талых сточных вод с территорий промышленных предприятий практически не учитываются при проектировании, строительстве и эксплуатации очистных сооружений поверхностных сточных вод, а также при определении влияния загрязненности данной категории вод на экологическое состояние природных водных объектов. В настоящей диссертационной работе основное внимание уделено дождевым и талым сточным водам с территорий предприятий сельскохозяйственного машиностроения, так как предыдущими исследованиями отечественных авторов установлено, что в

Республике Беларусь наибольшая загрязненность характерна для поверхностного стока с площадок предприятий машиностроения.

**Во второй главе** приведены отличия поверхностных сточных вод с площадок промышленных предприятий от стока с территории города, обоснован перечень загрязняющих веществ, подлежащих исследованию. С учетом выявленных отличительных особенностей проведен анализ показателей качества поверхностных сточных вод с территорий площадок различного функционального назначения предприятий сельскохозяйственного машиностроения и установлены диапазоны изменения концентраций загрязняющих веществ для групп площадок предприятий рассматриваемой отрасли.

На качество дождевых и талых сточных вод с территорий предприятий сельскохозяйственного машиностроения помимо основных (климатические условия, санитарное состояние водосбора, скорость и степень смыва накопленных загрязнений) оказывают влияние следующие факторы:

- большое разнообразие выпускаемой продукции (например, предприятия ПО «Гомсельмаш» производят: различные виды комбайнов, косилки, запасные части и детали к адаптерам и кормоуборочным комбайнам, более 100 наименований товаров народного потребления) и наличие разнородных производств;

- хранение готовой продукции на забетонированных, но открытых складах предприятия;

- раздельное отведение дождевых и талых сточных вод с территории, где сосредоточено основное производство и с остальной, принадлежащей предприятию территории, на которой расположены вспомогательные производства и службы предприятия, склады хранения выпускаемой продукции.

В связи с вышеупомянутыми особенностями имеющиеся результаты исследований по оценке загрязненности поверхностного стока с селитебной территории и с территорий предприятий машиностроения, полученные Н. А. Правошинским и В. Ф. Климковой в 1975 г., нельзя распространить на дождевые и талые сточные воды, отводимые с площадок предприятий сельскохозяйственного машиностроения.

В настоящей работе проведены специальные исследования применительно к территориям предприятий сельскохозяйственного машиностроения, включающие:

- анализ ретроспективных данных (за 2000–2008 гг.) гидрохимических лабораторий предприятий сельскохозяйственного машиностроения в г. Гомель и г. Лида и отделов аналитического контроля Гомельского и Лидского городского комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды;



– собственные экспериментальные исследования, включающие три серии предметно-ориентированных отборов проб (в летний и весенний периоды 2006–2008 гг.) с анализом гидрохимических показателей по основным ингредиентам (БПК<sub>5</sub>, взвешенные вещества, нефтепродукты, азот аммонийный, фосфаты, железо общее, цинк, никель). Основные исследования проведены применительно к Государственному предприятию «Гомельский завод литья и нормалей» (ГП «ГЗЛиН»), территория которого разделена на две площадки.

Цель экспериментов первой серии – установление соотношений между степенью загрязненности дождевых сточных вод с территорией основного и вспомогательного производств в различных фазах формирования поверхностных сточных вод. Экспериментам этой серии предшествовал факторный анализ, в результате которого были выявлены наиболее репрезентативные точки отбора проб:

Т.1 – с территории корпуса литья;

Т.2 – с территории корпуса нормалей;

Т.3 – в отводящем коллекторе с площадки основного производства (площадка 1);

Т.4 – на выпуске с очистных сооружений площадки 1;

Т.5 – в отводящем коллекторе с площадки вспомогательных производств (площадка 2);

Т.6 – на выпуске с очистных сооружений площадки 2.

Экспериментами первой серии установлено, что во всех точках отбора проб концентрации загрязняющих веществ снижаются к концу дождя на 75–80 %. Концентрации загрязняющих веществ в дождевых сточных водах с территории, где сосредоточено основное производство, на 25–50 % превышают концентрации загрязняющих веществ в дождевых сточных водах с территории, где располагаются вспомогательные производства и службы предприятия.

Во второй серии (весна 2007 г.) исследовался качественный состав талых сточных вод с двух площадок. Во время проводимого исследования очистные сооружения как на первой, так и на второй площадке по организационным причинам работали не на полную мощность (фильтры не работали), что позволило определить загрязненность талых сточных вод, поступающих в городскую дождевую канализацию при минимальной их очистке.

Обобщение и анализ результатов первой и второй серий экспериментов, а также данных ГП «ГЗЛиН» о фактической эффективности работы очистных сооружений позволили по имеющимся многолетним данным гидрохимической лаборатории предприятия и Гомельской горрайинспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды о качестве дождевых и талых сточных вод на выходе очистных сооружений «восстановить»

качественные показатели поверхностных сточных вод, поступающих на очистные сооружения. Согласно методическим указаниям по контролю данных гидрохимических анализов сточных и поверхностных вод произведена верификация «восстановленных» значений концентраций загрязняющих веществ. В результате верификации к категории ошибочных отнесено 17 значений концентраций (в основном нефтепродуктов и цинка) в поверхностных сточных водах с площадки 1 и 19 значений – с площадки 2. «Восстановленные» данные (за исключением ошибочных) совместно с результатами экспериментальных исследований, эпизодическими данными гидрохимлаборатории предприятия и Гомельского городского комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды составили исходную информационную базу, включающую для площадки 1 порядка 167–179 значений, для площадки 2 – 115–121 значений по каждому из рассматриваемых показателей, за исключением БПК<sub>5</sub> и фосфатов, количество по каждому из которых составляет 20 значений. Полученные статистические ряды являются неоднородными. Поэтому при обработке данных использован критерий Стьюдента для интервальной оценки средних значений. Проведена дифференциация площадок по характеру технологических процессов и для каждой площадки определены диапазоны концентраций загрязняющих веществ, их средние значения, интервалы наиболее вероятных значений и доверительный интервал средних значений (таблица 1).

Таблица 1 – Качественные показатели загрязненности поверхностных сточных вод с территорий предприятий сельскохозяйственного машиностроения, мг/дм<sup>3</sup>

Наименование показателей	Площадки группы А			Площадки группы Б		
	экстремальные значения	интервалы наиболее вероятных значений	средние значения и доверительный интервал	экстремальные значения	интервалы наиболее вероятных значений	средние значения и доверительный интервал
БПК <sub>5</sub>	27–110	30–40	48,9±7,6	7,5–70	20–30	37,0±5,0
Взвешенные вещества	43–280	100–110	137,4±5,7	24–180	80–90	90,5±4,7
Нефтепродукты	0,8–25	3,2–3,4	4,0±0,5	0,6–19	1,6–1,8	3,2±0,5
Азот аммонийный	0,3–6,0	0,8–1,0	1,6±0,1	0,2–4,0	0,4–0,6	1,48±0,1
Фосфаты	0,1–0,8	0,2–0,3	0,33±0,1	0,08–0,6	0,1–0,2	0,29±0,06
Железо общее	0,2–9,4	1,0–2,0	2,9±0,2	0,4–7,0	1,0–1,25	2,4±0,3
Цинк	0,01–4,5	0,175–0,2	0,27±0,07	0,01–0,9	0,15–0,175	0,16±0,02
Никель	0,005–0,2	0,015–0,02	0,023±0,002	0,005–0,1	0,01–0,015	0,019±0,002

К площадкам предприятий сельскохозяйственного машиностроения группы А относятся площадки, на которых сосредоточены производства, связанные с горячей высадкой и штамповкой металла, сварочное, окрасочное, гальваническое производство, склады горючесмазочных материалов, а также осуществляется интенсивное движение транспорта. Для площадок группы Б характерны производства холодной высадки и штамповки металла, различных видов механической обработки, вспомогательные производства (инструментально-штамповое, экспортное, экспериментальное), размещение складов готовой продукции и служб предприятия.

На основании анализа совокупности данных о загрязненности поверхностных сточных вод с территорий предприятий сельскохозяйственного машиностроения установлено:

- на качественные показатели дождевых и талых сточных вод, помимо климатических условий и загрязненности выпадающих осадков, оказывают влияние технологические процессы производства: наибольшие значения концентраций характерны для площадок, где расположены гальванические, окрасочные и сварочные цеха и производства, связанные с горячей высадкой и штамповкой металлов, а также, где осуществляется интенсивное движение транспорта между корпусами, а минимальные – для площадок, где расположены цеха, технологический процесс производства которых включает холодную высадку металла, различные виды механической обработки, вспомогательные производства и службы предприятия;

- средние концентрации загрязняющих веществ в поверхностных сточных водах с территорий площадок, где сосредоточено основное производство в 1,1–1,9 раза выше, чем с территорий, где расположены вспомогательные производства;

- по периодам формирования поверхностные сточные воды также имеют отличия: в холодный период (с ноября по март) концентрации взвешенных веществ, нефтепродуктов, железа общего, цинка выше, чем в теплый период (с апреля по октябрь) в среднем в 1,1–1,6 раза; превышение концентраций загрязняющих веществ в теплый период над холодным по БПК<sub>5</sub>, азоту аммонийному в среднем составляют 1,2–1,6 раза; незначительные изменения по периодам формирования отмечаются по фосфатам и никелю.

**В третьей главе** установлены закономерности изменения качества дождевых сточных вод от количества выпадающих осадков и особенностей площадок предприятий, обоснован «критерий относительной стабилизации качества дождевого стока».

Для выбора рациональной схемы отведения дождевых сточных вод и определения расчетной производительности очистных сооружений

немаловажным фактором является динамика смываемых загрязнений по ходу дождя.

На основании анализа отечественных и зарубежных литературных источников о физических и метеорологических закономерностях формирования дождевого стока выдвинута гипотеза, что при снижении концентраций загрязняющих веществ по ходу дождя существует «точка перелома» или определенный предел, после которого концентрации принимают сравнительно небольшие и устойчивые значения, сопоставимые с концентрациями загрязняющих веществ в выпадающих осадках. Критерием «относительной стабилизации качества дождевого стока» может служить объем поверхностного стока, достаточного для смыва основного количества загрязняющих веществ с единицы водосбора, или «критический слой активно используемых атмосферных осадков». Критический слой осадков, достаточный для смыва основной массы загрязняющих веществ, можно разделить на две составляющие: слой осадков на начальные потери ( $H_0$ ) и слой осадков в процессе поверхностного стока ( $H_z$ ).

Теоретически, на основании формул А. М. Курганова по расчету количества смываемых загрязнений и формулы Д. Л. Соколова по определению ливневых максимумов для определения критического слоя осадков  $H$ , мм, предложено следующее выражение

$$H = H_0 + \frac{-\ln(1-p)}{166,7 \cdot k_c \cdot \delta \cdot k_a}, \quad (1)$$

где  $H_0$  – слой осадков, расходуемых на начальные потери (смачивание почвы, аккумуляция воды в незащищенных искусственных и естественных водоемах, воронках и других понижениях местности), мм;

$p$  – доля смываемых загрязнений, т.е. безразмерная величина, численно равная отношению массы смываемых к массе накопленных на территории водосбора загрязнений;

166,7 – коэффициент перевода интенсивности, выраженной в л/с·га в мм/мин (в данной формуле величина безразмерная);

$k_c$  – константа смыва, мм<sup>-1</sup>, зависящая от уклона поверхности водосбора ( $k_c$  находится в пределах 0,003–0,008);

$\delta$  – коэффициент, учитывающий аккумулирующую роль проницаемых почв;

$k_a$  – коэффициент, характеризующий снижение количества осадков, аккумулирующихся в проницаемых почвах, учтенное при расчете слоя осадков, расходуемых на начальные потери; численное значение коэффициента может быть принято равным 2 (на основе

анализа исследований А. М. Курганова и Ж. М. Говоровой, которыми установлено, что продолжительность периода от начала дождя до начала формирования поверхностного стока примерно равна продолжительности периода от начала формирования стока до момента относительной стабилизации его качества).

Коэффициент, учитывающий аккумулирующую роль проницаемых почв  $\delta$ , находится в интервале 0,25–1,0 и определяется по формуле

$$\delta = 1 - 2,5 \cdot \lg(f + 1), \quad (2)$$

где  $f$  – относительная площадь водопроницаемых поверхностей в общей площади водосбора (в долях от единицы).

Величина слоя осадков, расходуемого на начальные потери  $H_0$ , мм, на основании данных, приведенных А. М. Кургановым, В. С. Дикареским укрупнено вычисляется по формуле

$$H_0 = h_{\min} \cdot (1 - f) + h_{\max} \cdot f, \quad (3)$$

где  $h_{\min}$  – минимальная величина слоя осадков, расходуемого на начальные потери при формировании стока с водонепроницаемых поверхностей (асфальтобетонных покрытий дорог, кровель зданий и т.д.), мм;

$h_{\max}$  – максимальная величина слоя осадков, расходуемого на начальные потери при формировании стока с грунтовых поверхностей, покрытых дерном, мм.

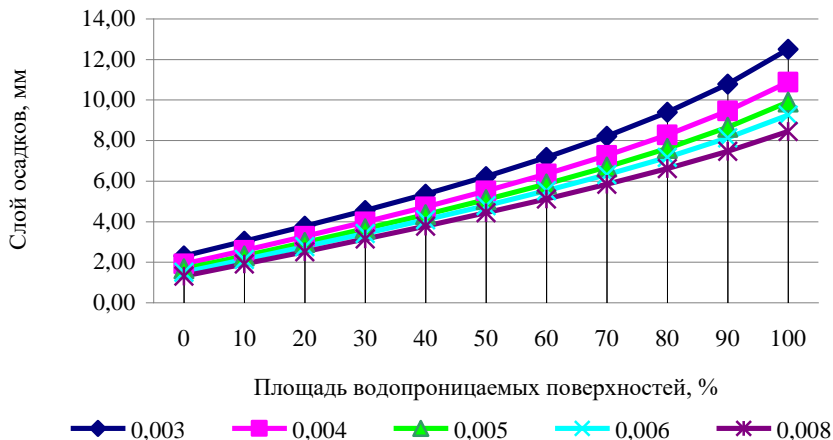
По данным ЛНИИ АКХ им. К. Д. Панфилова  $h_{\min}$  составляет 0,7–1,0 мм,  $h_{\max}$  – 6,0 мм, а по данным службы охраны почв США – соответственно 1,0 и 7,0 мм. В данной работе минимальное и максимальное значения слоя осадков, расходуемых на начальные потери, приняты равными соответственно 0,7 и 6,0 мм.

Для территорий промышленных предприятий величина  $H_0$ , как правило, находится в пределах 1,5–2,8 мм, а для городской территории может быть значительно выше. Она практически не влияет на схемы и режим отведения дождевых сточных вод. Вторая составляющая критического слоя осадков (величина  $H_z$ ) для разных площадок предприятий варьирует в гораздо больших пределах (от 1,0 до 10 мм) и может быть вычислена по выражению (1).

Таким образом, установлена функциональная взаимосвязь между критическим слоем осадков и удельным весом водопроницаемых поверхностей в общей площади водосбора, рельефом местности расположения площадки и процентом смываемых загрязнений.

Планирование территорий промышленных предприятий основано на рациональном использовании имеющихся площадей. Значительная преобразованность ландшафтов территорий промышленных предприятий, большая часть которых занята производственными корпусами и асфальтированными проездами между ними, предопределяет большой удельный вес водонепроницаемых поверхностей в общей площади предприятия. По этой причине для территорий промышленных предприятий величина  $H$ , как правило, ниже по сравнению с этой же величиной для городской территории. Для специфических условий конкретных предприятий разница в величине  $H$  может быть существенной, что обуславливает необходимость расчета величины слоя осадков не укрупнено по рекомендациям ФГУП «НИИ ВОДГЕО», а с учетом особенностей конкретной площадки водосбора.

Наглядно зависимость критического слоя осадков от площади водопроницаемых поверхностей и рельефа (характеризуемого константой смыва) приведена на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Зависимость расчетного критического слоя осадков от площади водопроницаемых поверхностей в общей площади водосбора и константы смыва для 80 % смываемых загрязнений**

На основании выражения (1), применительно к площадкам предприятия сельскохозяйственного машиностроения, определены расчетные значения

критического слоя осадков, позволяющего смыть 80 % загрязнений. Для площадки основного производства величина  $H$  составляет 3,5 мм, для площадки вспомогательных производств – 4,5 мм. Основное отличие обусловлено различным удельным весом водопроницаемых поверхностей в общей площади: соответственно 26 и 40 %.

Для проверки корректности полученных расчетных значений проведены специальные экспериментальные исследования дождевых сточных вод с площадки основного производства в летний период 2008 года, заключающиеся в отборе проб в трех фазах формирования поверхностного стока:

- в начале формирования стока (появление воды в коллекторе – при слое осадков около 2 мм);

- при слое выпавших осадков 3,5 мм (соответствует смыву 80 % загрязнений);

- при слое осадков 5 мм (соответствует смыву 96 % загрязнений).

Эксперимент проведен при дожде с суммарным слоем осадков 17 мм, а затем повторен при дожде с суммарным слоем осадков 5,5 мм.

Результаты экспериментов подтверждают правомерность выдвинутой гипотезы, так как концентрации загрязняющих веществ при слое осадков 3,5 мм оказались ниже концентраций в начале формирования поверхностного стока в 1,4–5,5 раза и всего лишь в 1,02–1,33 раза выше концентраций загрязняющих веществ при слое осадков 5 мм. Следовательно, можно утверждать, что слой осадков порядка 3,5 мм является минимально достаточным для смыва основной массы загрязнений, скапливающихся на территории водосбора, и может быть принят за «критерий относительной стабилизации качества дождевого стока» с территории рассматриваемой площадки.

**В четвертой главе** обосновывается величина объема поверхностных сточных вод, подлежащих очистке, в зависимости от критерия относительной стабилизации качества дождевого стока.

По результатам исследований, полученных в главе 3, рекомендуется направлять на очистку весь объем поверхностных сточных вод, образующихся в холодный период года, и наиболее загрязненную часть дождевых сточных вод (до достижения критического слоя осадков), образующихся в теплый период. Менее загрязненная часть дождевых сточных вод может использоваться на технологические нужды предприятия (в частности на подпитку оборотных систем водоснабжения), отводиться без очистки в городскую дождевую канализацию или в природные водные объекты (после нефтесборных устройств).

Реализация рекомендаций по отведению поверхностных сточных вод достаточно проста при эксплуатации очистных сооружений: регистрируется момент достижения критического слоя осадков при наполнении

регулирующего объема и прекращается отведение дождевых сточных вод на очистные сооружения. При проектировании очистных сооружений учет относительной стабилизации качества дождевых сточных вод должен проводиться на основании специальных расчетов.

Согласно действующим в Республике Беларусь нормативным документам, объем поверхностных сточных вод, отводимых за теплый период года, т.е. объем дождевых сточных вод  $W_d$ , м<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$W_d = 10 \cdot h_d \cdot k_d \cdot F, \quad (4)$$

где 10 – коэффициент приведения в соответствие размерностей  $h_d$  и  $F$  для получения величины  $W_d$  в м<sup>3</sup>.

$h_d$  – среднееголетний слой осадков за теплый период года, мм;

$k_d$  – коэффициент стока дождевых вод, принимается равным средневзвешенной величине для всей площади водосбора с учетом средних значений коэффициентов стока для различного рода поверхностей;

$F$  – площадь водосбора, га;

Объем поверхностных сточных вод, направляемых на очистные сооружения в теплый период года,  $W_d^{оч}$ , м<sup>3</sup>, предлагается определять из условия отведения на очистку наиболее загрязненной части стока, формирующегося при выпадении осадков до расчетного критического значения, и вычислять по уточненной формуле

$$W_d^{оч} = 10 \cdot h_d^{оч} \cdot k_d \cdot F, \quad (5)$$

где  $h_d^{оч}$  – среднееголетний слой осадков за теплый период года, мм, сток от которых подвергается очистке.

Среднееголетний слой осадков за теплый период года, сток от которых подвергается очистке  $h_d^{оч}$ , мм, предлагается определять в зависимости от «критерия относительной стабилизации качества дождевого стока» в виде критического слоя осадков  $H$ , используя данные многоголетних наблюдений за осадками для конкретной местности, по формуле

$$h_d^{оч} = \sum_{i=1}^{k(h_k < H)} N_i \cdot h_{i_{cp}} + n_k \cdot H, \quad (6)$$

где  $N_i$  – число дней в теплый период года с суточным слоем осадков  $h_i \leq h < h_{i+1}$ ,  $N_i = n_i - n_{i+1}$ ;



- $h_{\text{кри}}$  – среднесуточный слой осадков, мм,  $h_{\text{кри}} = (h_i + h_{i+1}) / 2$ , мм;  
 $n_k$  – число дней в теплый период года с суточным слоем осадков, превышающим расчетное критическое значение,  $h > H$  ;  
 $H$  – критический слой осадков, мм.

Объем поверхностных сточных вод, отводимых в холодный период года (объем талых сточных вод)  $W_T$ , м<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$W_T = 10 \cdot h_T \cdot k_T \cdot F, \quad (7)$$

- где  $h_T$  – среднесуточный слой осадков за холодный период года, мм;  
 $k_T$  – коэффициент стока талых вод;  
 $F$  – площадь водосбора, га;  
 10 – коэффициент приведения в соответствие размерностей  $h_d$  и  $F$  для получения величины  $W_T$  в м<sup>3</sup>.

Таким образом, годовой объем поверхностных сточных вод, направляемых на очистку  $W^{\text{оч}}$ , м<sup>3</sup>,

$$W^{\text{оч}} = W_d^{\text{оч}} + W_T. \quad (8)$$

На основании проведенных расчетов применительно к площадкам предприятий сельскохозяйственного машиностроения Республики Беларусь определены объемы направляемых на очистку поверхностных сточных вод в зависимости от специфических условий формирования их качественных показателей (таблица 2).

Таблица 2 – Определение объемов поверхностных сточных вод, направляемых на очистные сооружения

Наименование	ГП «ГЗЛиН»		РУП «ГЗСК»		РУП «Гом-сельмаш»	ОАО «Лидмаш»
	площадь ка 1	площадка 2	площадь ка 1	площадка 2		
Объем поверхностных сточных вод в холодный период года $W_T$ , тыс. м <sup>3</sup>	102,4	116,7	36,3	59,2	108,9	79,1
Объем поверхностных сточных вод в теплый период года $W_d$ , тыс. м <sup>3</sup>	195,2	197,6	68,3	98,2	210,7	135,6
Годовой объем поверхностных сточных вод	297,6	314,3	104,7	157,4	319,6	214,7

$W$ , тыс. м <sup>3</sup>						
Критический слой осадков $H$ , мм	<b>3,5</b>	<b>4,5</b>	<b>3,8</b>	<b>4,9</b>	<b>4,1</b>	<b>4,2</b>
Слой осадков за теплый период года, сток от которых подвергается очистке, $h_d^{oc}$ , мм	194	228	204	239	215	244
Объем дождевых сточных вод, направляемых на очистные сооружения в теплый период года $W_d^{oc}$ , тыс. м <sup>3</sup>	86,9	103,3	32,0	53,9	103,9	47,2
Годовой объем поверхностных сточных вод, направляемых на очистные сооружения $W^{oc}$ , тыс. м <sup>3</sup>	<b>189,3</b>	<b>220,1</b>	<b>68,3</b>	<b>113,1</b>	<b>212,8</b>	<b>153,3</b>
Процент отведения поверхностных сточных вод на очистные сооружения (за год), %	<b>64</b>	<b>70</b>	<b>65</b>	<b>72</b>	<b>67</b>	<b>71</b>
Объем аккумулирующего (регулирующего) резервуара $W_{per}$ , м <sup>3</sup>	1600	2000	600	1100	2000	1300

Отведение на очистные сооружения всего объема талых сточных вод в холодный период и наиболее загрязненной части дождевых сточных вод в теплый период обеспечивает очистку 64–72 % годового объема поверхностных сточных вод с рассматриваемых площадок предприятий сельскохозяйственного машиностроения, что примерно соответствует отечественным и зарубежным нормам проектирования систем дождевой канализации. Однако использование «критерия относительной стабилизации качества дождевого стока» позволяет осуществлять выбор рациональной схемы отведения дождевых сточных вод, производительности и режима работы очистных сооружений в зависимости от специфических условий водосборов площадок промышленных предприятий на основе несложных расчетов.

Для предприятий сельскохозяйственного машиностроения максимальная разница в объемах поверхностных сточных вод, подлежащих очистке, определенных по предлагаемой методике, в сравнении с действующими рекомендациями может достигать 6 % в сторону уменьшения этого объема и 2 % в сторону его увеличения.

В первом случае экономический эффект, выраженный в снижении стоимости очистных сооружений, для основной площадки Гомельского завода литья и нормалей составляет 4,2 млн руб. Во втором случае

предотвращенный ущерб от загрязнения водных объектов может достигать 0,4–5,2 млн руб./год.

**В пятой главе** определены удельные значения количества загрязняющих веществ, выносимых с поверхностным стоком с территорий площадок предприятий сельскохозяйственного машиностроения, в зависимости от вариантов водоотведения и очистки поверхностных сточных вод.

Оценка поверхностного стока по одному параметру (концентрации загрязняющих веществ) без привязки к количеству осадков и характеру выпадения дождей недостаточна для полной характеристики поверхностного стока с урбанизированной территории. Только совместный учет как качественных, так и количественных характеристик позволяет дать комплексную оценку влияния поверхностных сточных вод на состояние принимающих водных объектов.

Количество загрязняющих веществ, выносимых с территории предприятия, главным образом зависит от схемы их отведения, производительности, эффективности и режима работы очистных сооружений. В зависимости от вышеупомянутых факторов количественная оценка выноса может быть разной.

С учетом полученных в главах 2, 3 и 4 результатов по установлению закономерностей формирования качества дождевых и талых сточных вод предлагается расчет выноса загрязняющих веществ производить в зависимости от следующих вариантов (сценариев) их отведения:

1) дождевые и талые сточные воды с территории рассматриваемого предприятия отводятся непосредственно в водный объект без очистки и предварительного отстаивания в специальных резервуарах;

2) дождевые и талые сточные воды направляются на простейшие типовые очистные сооружения (включающие нефтеловушки, фильтры), причем очистке подвергается весь объем поверхностных сточных вод, формирующихся в холодный период года, и наиболее загрязненная часть дождевых сточных вод в теплый период (конкретный объем устанавливается согласно разработанному «критерию относительной стабилизации качества дождевого стока»).

На основании проведенных расчетов рекомендуется использовать приведенные в таблице 3 укрупненные значения удельного выноса загрязняющих веществ для групп площадок предприятий сельскохозяйственного машиностроения в зависимости от вариантов отведения дождевых и талых сточных вод.

Таблица 3 – Укрупненные значения удельного выноса загрязняющих веществ, кг/(год·га), при различных вариантах отведения поверхностных сточных вод

Наименование	Площадки группы «А»		Площадки группы «Б»	
	вариант 1	вариант 2	вариант 1	вариант 2
БПК <sub>5</sub>	230	29	150	21
Взвешенные вещества	655	63	379	37
Нефтепродукты	18,7	3,4	13,4	2,3
Азот аммонийный	7,6	4,0	6,2	3,2
Фосфаты	1,6	1,1	1,2	0,9
Железо общее	13,6	7,5	9,9	4,8
Цинк	1,3	1,3	0,7	0,7
Никель	0,11	0,11	0,08	0,08

При внедрении в комплексе очистных сооружений поверхностных сточных вод доочистки на сорбционных фильтрах с плотным слоем загрузки гранулированного активированного угля с предварительным двухступенчатым фильтрованием и использовании «условно чистых» дождевых сточных вод (образующихся при выпадении дождей выше расчетного критического значения) на технологические нужды предприятия вынос загрязняющих веществ в составе поверхностных сточных вод будет минимальным и не оказывающим существенного влияния на качество природных водных объектов.

**В заключении** сформулированы основные научные результаты диссертации и рекомендации по практическому использованию результатов.

**В приложениях** приведены: характеристика исходных данных гидрохимических лабораторий предприятий сельскохозяйственного машиностроения и органов водного надзора; результаты экспериментальных исследований и определенные расчетом восстановленные значения показателей качества поверхностного стока с территории площадок ГП «ГЗЛиН»; расчетные величины слоя осадков, сток от которого следует подвергать очистке, согласно действующим рекомендациям; расчет эффективности основных результатов исследований; материалы, подтверждающие внедрение.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

### **Основные научные результаты диссертации**

1. Определены качественные характеристики поверхностных сточных вод с территорий предприятий машиностроения. Установлено, что максимальные значения концентраций характерны для площадок, где расположены гальванические, окрасочные и сварочные цеха и производства, связанные с горячей высадкой и штамповкой металлов, а

также где осуществляется интенсивное движение транспорта между корпусами, а минимальные – для площадок, где расположены цеха, технологический процесс производства которых включает холодную высадку металла, различные виды механической обработки, вспомогательные производства и службы предприятия [2, 3]. Анализ ретроспективных данных и результатов экспериментальных исследований, показал, что средние концентрации загрязняющих веществ в поверхностных сточных водах с территории основного производства в 1,1–1,9 раза выше, чем с территории вспомогательных производств [1, 2]. Следовательно, при соответствующем технико-экономическом обосновании может оказаться более эффективной раздельная схема отведения дождевых и талых сточных вод предприятий с более глубокой очисткой поверхностного стока с территории основного производства.

2. Теоретически обоснован и экспериментально подтвержден **«критерий относительной стабилизации качества дождевого стока»** (в виде критического слоя осадков, достаточного для смыва основной массы загрязняющих веществ с территории предприятия). Его величина определяется в зависимости от относительной площади водопроницаемых поверхностей в общей площади водосбора, уклона местности и процента смываемых загрязнений [2]. При превышении «критического слоя осадков» концентрации загрязняющих веществ в поверхностных сточных водах приближаются к концентрациям загрязняющих веществ в выпадающих осадках [3].

Используя этот критерий можно более точно и обоснованно определить «критический слой» и объем дождевых сточных вод, который должен быть подвергнут очистке [4]. При проектировании и строительстве систем водоснабжения и водоотведения целесообразно предусматривать использование части менее загрязненных дождевых сточных вод на технологические нужды предприятия (в частности, на подпитку оборотных систем водоснабжения) или их отведение без очистки в городскую дождевую канализацию, а также в природные водные объекты (после нефтесборных устройств) [2, 3, 4].

3. Установлено, что для территории основного производства Государственного предприятия «ГЗЛиН» (площадь водопроницаемых поверхностей составляет 26 % от общей площади площадки), величина критического слоя осадков составляет 3,5 мм, а для территории вспомогательных производств (водопроницаемых поверхностей – 40 %) – 4,5 мм [2, 3]. Определены расчетные значения критического слоя осадков для других площадок предприятий сельскохозяйственного машиностроения.

4. На основании совместной обработки статистических и экспериментальных данных определены наиболее вероятные значения и

диапазоны концентраций загрязняющих веществ в дождевых и талых сточных водах [3], которые близки к данным других авторов о качестве сточных вод в коллекторах городской дождевой канализации, принимающих сточные воды промышленных предприятий.

5. Разработаны рекомендации по отведению и очистке дождевых и талых сточных вод в зависимости от особенностей площадок основного и вспомогательного производств, основанные на методике расчета объемов направляемых на очистку поверхностных сточных вод с учетом «критерия относительной стабилизации качества» и типичного для рассматриваемого водосбора предприятия распределения дней в теплый период года с различным количеством осадков [4].

6. Разработан метод расчета количества (массы) загрязняющих веществ, выносимых с территорий предприятий сельскохозяйственного машиностроения [3, 4], основанный на установленных закономерностях формирования качества дождевых и талых сточных вод с учетом схем отведения поверхностных сточных вод с урбанизированных территорий.

7. Анализ проведенных расчетов [3, 4] показал, что вынос загрязняющих веществ с территории основного производства в 1,2–2,6 раза выше, чем с территории вспомогательных производств (повышенные значения количества загрязняющих веществ по сравнению со значениями их концентраций объясняется разным объемом стока на рассматриваемых площадках), а наиболее характерными загрязнителями дождевых и талых сточных вод с территорий предприятий сельскохозяйственного машиностроения являются взвешенные вещества, БПК, нефтепродукты, азот аммонийный и железо общее.

Основные результаты исследований подтверждены актами и справками о внедрении. Подана заявка на патент (изобретение) «Способ отведения дождевых сточных вод» с использованием разработанного критерия относительной стабилизации качества поверхностного стока.

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

1. Полученные зависимости концентраций загрязняющих веществ в поверхностных сточных водах с территорий промышленных предприятий от технологических процессов производства предназначены для проектирования и строительства очистных сооружений, регулирования отведения поверхностных сточных вод промышленных предприятий, территория которых, как правило, разделена на площадки основного и вспомогательных производств.

2. Предложенный «критерий относительной стабилизации качества дождевых вод» (в виде критического слоя осадков, достаточного для смыва основной массы загрязняющих веществ) может быть использован:

– при проектировании, строительстве и реконструкции очистных сооружений поверхностных сточных вод промышленных предприятий (направление на очистку наиболее загрязненной части стока);

– при построении рациональной схемы отведения дождевых и талых сточных вод промышленных предприятий (использование части менее загрязненных дождевых сточных вод для подпитки оборотных систем водоснабжения или их отведение без очистки в городскую дождевую канализацию).

3. Установленные удельные значения выноса загрязняющих веществ в составе поверхностных сточных вод с территорий предприятий сельскохозяйственного машиностроения могут быть использованы:

– для оценки антропогенной нагрузки на экологическое состояние водных объектов от поверхностного стока с территорий предприятий данной отрасли;

– при планировании водоохраных мероприятий и текущей водоохраной деятельности предприятий отрасли;

– при нормировании сброса дождевых и талых сточных вод в водные объекты.

4. Результаты диссертационной работы внедрены:

– на ГП «ГЗЛиН» ПО «Гомсельмаш» (при планируемой реконструкции и эксплуатации очистных сооружений поверхностных сточных вод);

– в КУП «Институт Гомельоблстройпроект» (при разработке проектов строительства и реконструкции дождевой канализации и очистных сооружений поверхностных сточных вод промышленных предприятий);

– в Гомельском областном комитете природных ресурсов и охраны окружающей среды (при нормировании отведения дождевых и талых сточных вод с территорий промышленных предприятий);

– в УО «Белорусский государственный университет транспорта» в учебном процессе (лекции и практические занятия) по дисциплинам «Водоотведение промышленных предприятий» и «Технология очистки городских сточных вод».

## **СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Статьи в журналах, включенных в перечень ВАК Беларуси**

1. Колобаев, А. Н. Загрязненность поверхностного стока с территорий предприятий сельскохозяйственного машиностроения / А. Н. Колобаев, О. К. Новикова // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. Ф. Прикладные науки. – 2007. – № 6. – С. 162–167.

2. Колобаев, А. Н. Использование закономерностей формирования качества дождевых и талых вод с территорий предприятий при их отведении и очистке / А. Н. Колобаев, О. К. Новикова // Строительная наука

и техника: науч.-техн. Журнал. / М-во архит. и стр-ва Респ. Бел. – 2009. – № 4 (25). – С. 67–71.

3. Колобаев, А. Н. Учет особенностей формирования качества поверхностного стока с территорий предприятий сельскохозяйственного машиностроения при строительстве и эксплуатации очистных сооружений / А. Н. Колобаев, О. К. Новикова // Вестник Белорусского национального технического университета: науч.-техн. журнал. – 2009. – № 5. – С. 12–17.

4. Колобаев, А. Н. Обоснование объемов направляемых на очистку поверхностных сточных вод с территории промышленных предприятий / А. Н. Колобаев, О. К. Новикова // Строительная наука и техника: науч.-техн. журнал / М-во архит. и стр-ва Респ. Бел. – 2010. – № 1–2. – С. 142–146.

### **Статьи в научных сборниках материалов конференций**

5. Колобаев, А. Н. Особенности формирования качества дождевых и талых вод с территорий предприятий сельскохозяйственного машиностроения / А. Н. Колобаев, О. К. Новикова // Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця: зб. навук. прац: у 2 т. / НАН Беларусі, Палескі аграрна-экалагічны інстытут; рэдкал. Міхальчук (адкр. рэд.) [і інш.]. – Брэст: Акадэмі, 2006. – Т. 2. – С. 138–143.

6. Колобаев, А. Н. Влияние технологических процессов производства на загрязненность поверхностного стока с территорий предприятий сельскохозяйственного машиностроения / А. Н. Колобаев, О. К. Новикова, К. С. Король // Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура: материалы III Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 ч. / УО «МГПУ им. И. П. Шамякина»; редкол.: В. В. Валетов (гл. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2007. – Ч. 2. – С. 98.

7. Колобаев, А. Н. Оценка загрязненности поверхностного стока с территорий предприятий сельскохозяйственного машиностроения / А. Н. Колобаев, О. К. Новикова // Техника и технологии: инновации и качество: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Барановичи, 2007. – С. 26–31.

8. Колобаев, А. Н. Особенности загрязненности поверхностного стока с территорий предприятий транспорта / А. Н. Колобаев, О. К. Новикова // Проблемы безопасности на транспорте: материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф. / М-во образования Респ. Беларусь, М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп.; под общ. ред. В. И. Сенько. – Гомель: БелГУТ, 2007. – С. 199–201.

9. Колобаев, А. Н. Оценка загрязненности дождевых и талых вод с территорий предприятий сельскохозяйственного машиностроения / А. Н. Колобаев, О. К. Новикова // Международное сотрудничество и решение водно-экологических проблем: материалы III Междунар. водного



форума, Минск, 2–3 октября 2008 г. / М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Бел. – Минск: Минсктиппроект, 2008. – С. 119–120.

10. Колобаев, А. Н. Поверхностный сток с урбанизированных территорий: пути снижения нагрузки на водные объекты / А. Н. Колобаев, О. К. Новикова // Проблемы и перспективы развития транспортных систем и строительного комплекса: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. /М-во образования Респ. Беларусь, М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп.; под общ. ред. В. И. Сенько. – Гомель: БелГУТ, 2008. – С. 275–276.

11. Колобаев, А. Н. Обоснование объемов, направляемых на очистку поверхностных сточных вод с территорий промышленных предприятий / А. Н. Колобаев, О. К. Новикова // Проблемы водоснабжения, водоотведения и энергосбережения в западном регионе Республики Беларусь: материалы Междунар. науч.-техн. конф. / УО «Брестский гос. техн. ун-т». – Брест: БрГТУ, 2010. – С. 305–308.

12. Новикова, О. К. Методы снижения нагрузки на водные объекты от поверхностного стока с урбанизированной территории / О. К. Новикова // Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця: зб. навук. прац: у 2 т. / НАН Беларусі, Палескі аграрна-экалагічны інстытут; гал. рэд. М. В. Міхальчук. – Брест: Альтернатива, 2008. – Т. 2. – С. 42–45.

### **Статьи в сборниках тезисов докладов**

13. Колобаев, А. Н. Особенности формирования качества дождевых и талых вод с территорий предприятий сельскохозяйственного машиностроения / А. Н. Колобаев, О. К. Новикова // Природная среда Полесья: тезисы докладов III Междунар. науч. конф., Брест, 7-9 июля 2006 г. / НАН Беларусі, Палескі аграрна-экалагічны інстытут, Бел. рэсп. фонд фундаментальных даследаванняў; рэдкал.: М. В. Міхальчук.– Брест, 2006 – С. 48–50.

14. Колобаев, А. Н. Загрязненность поверхностного стока с территорий предприятий сельскохозяйственного машиностроения /А. Н. Колобаев, О. К. Новикова // Региональные проблемы экологии: пути решения: тезисы докладов III Междунар. экологического симпозиума в городе Полоцке: в 2 т. / Полоц. гос. ун-т; редкол.: О. В. Мартышин [и др.]. – Полоцк, 2006. – Т.1. – С. 156–157.

15. Новикова, О. К. Методы снижения нагрузки на водные объекты от поверхностного стока с урбанизированной территории / О. К. Новикова // Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця: тэзісы дакладаў IV Міжнар. канф., Брест, 10–12 верас. 2008 г. / НАН Беларусі, Палескі аграрна-экалагічны інстытут, Бел. рэсп. фонд фундаментальных

даследавання; рэдкал.: М. В. Міхальчук (адк. рэд.), А. А. Волчак, Н. М. Шпендзік. – Брэст: Альтернатыва, 2008. – С. 260.

### Другие

16. Колобаев, А. Н. Влияние технологических процессов производства на загрязненность поверхностного стока с территорий предприятий сельскохозяйственного машиностроения / А. Н. Колобаев, О. К. Новикова // Пятый Междунар. конгресс по управлению отходами и природоохраным технологиям ВэйсТЭК 2007 г.: сб. докладов. – Москва, 29 мая–1 июня 2007г. – С. 345–346.

17. Novikava, O. K. Features of influence of a superficial drain with urban territories on a condition ecosystem of water objects / O. K. Novikava // ECWATECH-2008: materials of a congress, Moscow, June 3-6, 2008. – Electronic data (110 Mb). – M., 2008. – 1 elect. opt. disk (CD-ROM).

РЕЗЮМЕ  
Новикова Ольга Константиновна

Регулирование отведения поверхностных сточных вод промышленного предприятия с учетом их состава и объемов, подлежащих очистке

**Ключевые слова:** поверхностные сточные воды, дождевые сточные воды, дождевая канализация, загрязняющие вещества, водный объект, вынос.

**Цель работы:** установление закономерностей формирования качественного состава дождевых и талых сточных вод с территорий промышленных предприятий для регулирования водоотведения и обоснования объемов поверхностных сточных вод, направляемых на очистные сооружения.

В качестве **объекта исследования** выступали дождевые и талые сточные воды промышленных предприятий. **Предметом исследования** явились процессы формирования качества поверхностных сточных вод, схемы их отведения.

**Методы исследования:** физико-химические, системного анализа, факторного анализа и планирования эксперимента, математической обработки и обобщения гидрологической и гидрохимической информации, корреляционно-регрессионного анализа.

**Полученные результаты:**

– дана оценка качества дождевых и талых сточных вод с территорий различных площадок предприятий сельскохозяйственного машиностроения;

– теоретически обоснован и экспериментально подтвержден **«критерий относительной стабилизации качества дождевого стока»** (в виде критического слоя осадков, достаточного для смыва основной массы загрязняющих веществ), на основе которого разработана методика определения объемов поверхностных сточных вод, направляемых на очистку;

– определены удельные укрупненные значения выноса загрязняющих веществ в составе поверхностных сточных вод с территорий групп площадок предприятий сельскохозяйственного машиностроения.

**Рекомендации по использованию:** полученные результаты могут быть использованы при обосновании рациональной схемы отведения поверхностных сточных вод с территорий промышленных предприятий, определении параметров и режимов эксплуатации очистных сооружений дождевой канализации, оценке антропогенной нагрузки на экологическое состояние водных объектов от рассредоточенных источников загрязнения, нормировании сброса дождевых и талых сточных вод в водоемы и водотоки.

## РЭЗІЮМЭ

### Новікава Вольга Канстанцінаўна

Рэгуляванне адвядзення паверхнёвых сцёкавых вод прамысловага прадпрыемства з улікам іх складу і аб'ёмаў, падвяргаемых ачыстцы

**Ключавыя словы:** паверхнёвыя сцёкавыя воды, дажджавыя сцёкавыя воды, дажджавая каналізацыя, забруджвальныя рэчывы, водны аб'ект, вынас.

**Мэта работы:** усталяванне заканамернасцяў фармавання якаснага складу дажджавых і адталых сцёкавых вод з тэрыторый прамысловых прадпрыемстваў для рэгулявання водаадвядзення і абгрунтавання аб'ёмаў паверхнёвых сцёкавых вод, накіроўваных на вычышчальныя будынкi.

У якасці **аб'екта даследавання** выступалі дажджавыя і адталыя сцёкавыя воды з тэрыторый прамсловых прадпрыемстваў. **Прадметам даследавання** з'явіліся працэсы фармавання якасці паверхнёвых сцёкавых вод, схемы іх адвядзення.

**Метады даследавання:** фізіка-хімічныя, сістэмнага аналізу, фактарнага аналізу і планавання эксперыменту, матэматычнай апрацоўкі і абагульнення гідралагічнай і гідрахімічнай інфармацыі, карэляцыйна-рэгрэсійнага аналізу.

Атрыманыя вынікі:

- дана адзнака якасці дажджавых і адталых сцёкавых вод з тэрыторый розных пляцовак прадпрыемстваў сельскагаспадарчага машынабудавання;

- тэарэтычна абгрунтаваны і эксперыментальна пацверджаны "крытэр адноснай стабілізацыі якасці дажджавога сцёку" (у выглядзе крытычнага слою ападкаў, дастатковага для смыву асноўнай масы забруджвальных рэчываў), на аснове якога распрацаваная метадыка разліку аб'ёмаў паверхневых сцёкавых вод, накіроўваных на ачыстку;

- вызначаныя ўдзельныя ўзбуйненыя значэнні вынасу забруджвальных рэчываў у складзе паверхнёвых сцёкавых вод з тэрыторыі груп пляцовак прадпрыемстваў сельскагаспадарчага машынабудавання.

**Рэкамендацыі па выкарыстанні:** атрыманыя вынікі могуць быць выкарыстаныя пры абгрунтаванні рацыянальнай схемы адвядзення паверхнёвых сцёкавых вод з тэрыторый прамсловых прадпрыемстваў, азначэнні параметраў і рэжымаў эксплуатацыі вычышчальных будынкаў дажджавой каналізацыі, адзнацы антрапагеннай нагрузкі на экалагічны стан водных аб'ектаў ад раззасяроджаных крыніц забруджвання, нармаванні скіду дажджавых і адталых сцёкавых вод у вадаёмы і вадацёкі.

## SUMMARY

Novikava Olga Konstantinovna

Regulation of removal of surface sewage of the industrial enterprise in view of their structure and volumes are subjected to clearing.

**Key words:** surface sewage, rain sewage, rain sewerage, water pollutants, water object, contamination.

**The purpose of the work:** revealing of laws of formation of surface sewage from the territory of the industrial enterprises for regulation water disposal and substantiation of volumes of surface sewage directed on sewage treatment plants.

**Object of research:** the surface sewage from the territory of the industrial enterprises. **Subject of research:** the processes of formation of quality the surface sewage, circuit of their removal.

**Methods of research:** physics-chemical, system analysis, factors analysis and planning of experiment, mathematical processing both generalization of the hydrological and hydro chemical information, relate-regression analysis.

**Received results:**

– the estimation of quality of the surface sewage from a territory platforms of the agricultural machine-building enterprises was given;

– the "criterion of relative stabilization of quality of the rain sewage" as the critical layer atmospheric precipitations, enough for washout of the most pollutants were theoretically proved and experimentally confirmed, on the basis of which was developed the technique of definition of volumes of the surface sewage directed on the sewage treatment plants;

– the meanings of quantity of polluting substances which are carried out with surface sewage from the territory of the agricultural machine building enterprises were determined.

**Recommendations for application:** the received results can be used for a substantiation of the rational circuit of disposal of surface sewage from the territory of the industrial enterprises, for a definition of parameters and modes of operation the sewage treatment plants, for a estimation of anthropogenesis loading on an ecological condition of a water objects from the dispersed sources of pollution, for development of the surface sewages disposal rate in the water objects.



Научное издание

НОВИКОВА  
Ольга Константиновна

**РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТВЕДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ  
ВОД ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С УЧЕТОМ ИХ  
СОСТАВА И ОБЪЕМОВ, ПОДЛЕЖАЩИХ ОЧИСТКЕ**

Автореферат диссертации  
на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.23.04 – Водоснабжение, канализация, строительные  
системы охраны водных ресурсов

Подписано в печать 04.08.2010 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать в ризографе.  
Усл. печ. л. 1,63. Уч.- изд. л. 1,89. Тираж 80 экз.

Типография УО «БелГУТ». 246022, г. Гомель, ул. Кирова, 34.  
ЛП № 02330/0494150 от 03.04.2009 г.