

Анализ полученных при проведении на Минском опытном заводе механизированной переработки бытовых отходов экспериментальных исследований показывает принципиальную возможность промышленного совместного обезвреживания и переработки твердых бытовых отходов и механически обезвоженного осадка сточных вод и позволяет сделать следующие выводы и дать практические рекомендации:

1. Добавление осадка сточных вод к твердым бытовым отходам при промышленном компостировании в биобарабанах не вызывает замедления процесса обезвреживания. Агрохимическая ценность компоста повышается за счет увеличения содержания азота и фосфора.

2. При влажности осадка сточных вод не более 75 % и твердых бытовых отходов не более 50 % возможна совместная переработка бытовых отходов в соотношении 30 к 70 % по массе. При более высокой влажности компонентов смеси необходимо производить корректировку соотношения таким образом, чтобы влажность не превышала 60 %.

3. Осуществление совместной переработки ОСВ и ТБО обеспечивает сокращение эксплуатационных затрат, экономию топлива и электроэнергии на термическую сушку осадка, повышает производительность заводов по выпуску компоста и снижает себестоимость продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Б у к р е в Е.М. Анализ эффективности работы мусороперегрузочных станций в системе санитарной очистки городов. – В кн.: Науч. труды АКХ "Сбор и удаление твердых бытовых отходов". М., 1982, с. 5. 2. Т у р о в с к и й И.С. Обработка осадков сточных вод. – М., 1982, с. 173. 3. Б у к р е в а Т.Е., Р ы ш к о в а Л.Н. Совместное обезвреживание и переработка бытовых отходов и осадка сточных вод. – Обзор. информ. МГЦНТИ. Вып. 26, 1982, с. 21. 4. Т у р о в с к и й И.С., Д в и н с к и х Е.В., М а к с и м е н к о Ю.Л. Современное состояние и перспективы развития научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по кондиционированию и утилизации в народном хозяйстве осадка, образующегося при очистке природных и сточных вод. – В кн.: Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. М., 1983, № 6 (Приложение), с. 109.

УДК 628.179+628.221.2+628.315+628.36] (476)

П.Д.ГАТИЛЛО, В.Г. ОВСЯНИКОВ, канд-ты техн.наук,  
А.Н.ОДИНЕЦ (БПИ), А.В.ВОРОБЬЕВ  
(БФ ВНИИГалургии)

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ СОЛИГОРСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА ЗА СЧЕТ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД

В условиях нарастания дефицитов воды считается целесообразным переводить водное хозяйство большинства промышленных предприятий на водооборот, а городские сточные воды после хорошей очистки использовать для подпитки оборотных систем технического водоснабжения и орошения сельскохозяйственных угодий [1]. В Белоруссии наибольшие потребности в воде возникают в районах Полесья [2, 3]. Здесь же наименьшая величина речного стока и наименее благоприятные условия для создания водохранилищ. Примером

может служить бассейн р. Случь, в среднем течении которой расположены предприятия калийной промышленности и г. Солигорск. (Выше по течению находится г. Случь, а ниже — г.п. Старобин.) В расчетной перспективе ожидается дефицит в несколько десятков миллионов кубометров воды, особенно в верхней и нижней частях бассейна [ 4 ] .

Ранее для предотвращения загрязнения р. Случь и созданного на ней водохранилища было рекомендовано по аналогии со стоком промбытовой канализации г. Солигорска подвергнуть очистке и направить в обход водохранилища также стоки промбытовой канализации г.Случь и дождевых канализаций обоих городов [ 5 ] . Однако дождевые канализации г.Случь, промплощадок калийных рудников и г.Солигорска, построенные по полной раздельной системе, продолжают сброс стоков безо всякой очистки и при неудачном к тому же расположении плотины (ниже города) загрязняют Солигорское водохранилище [ 6 ] .

В последние годы Белорусским филиалом ВНИИГалургии произведена разработка многих вопросов водоснабжения и канализации данного промрайона. На расчетном уровне снабжение водой питьевого качества будет производиться за счет расположенного на расстоянии более 30 км крупного водозабора подземных вод. Источником технической воды служит Солигорское водохранилище. Удельный вес этих источников в общей подаче воды составит, соответственно, 53,5 и 46,5 %.

Намечено развитие единой для всей правобережной части района промбытовой канализации, куда будут направляться бытовые стоки города и предприятий калийной промышленности, бытовые, загрязненные и условно чистые производственные стоки предприятий г. Солигорска. Стоки этой канализации перекачиваются через водораздел в бассейн р.Морочь и подвергаются здесь механической и полной биологической очистке в аэротенках и доочистке в аэрируемых прудах. На эту же станцию перекачиваются стоки г.п. Старобина и пшеницефабрики. В целом удельный вес хозяйственных вод оценивается в 88 %. После доочистки стоки направляются в канал Кривичский и далее по Лютенской канаве в р. Морочь.

Техническое водоснабжение калийных предприятий производится по оборотной схеме. Их стоки в промбытовую канализацию не попадают.

В связи с удаленностью дождевая канализация площадок рудников с дождевой канализацией города не связана. Промливневые стоки намечено направлять в пруды-отстойники для осветления и зарегулирования. Затем они будут отводиться на доочистку и техническое водоснабжение.

Чтобы предотвратить поступление поверхностного стока с территории г. Солигорска в водохранилище, намечено в конце каждого из трех основных коллекторов создать подземные емкости для зарегулирования стока с частных водосборов и насосные станции для перекачки его вместе с транзитным расходом на каждую последующую насосную станцию. Проработаны варианты полного и неполного перехвата стоков (последний проработан в связи с возражением Госстроя БССР против первого варианта). Главная насосная станция будет перекачивать стоки на площадку рядом со станцией аэрации, где создается отстойник-регулятор всего стока дождевой канализации города. Этот сток намечалось доочищать на торфяных фильтрах и сбрасывать в Кривичский канал.

Поскольку изложенные разработки исчерпывают все обычно применяемые меры водообеспечения, пока созреют условия для крупных перебросок стока из других бассейнов [3], необходимо использовать имеющиеся резервы. Такие внутренние резервы представляет в данном случае повторное использование сточных вод промрайона, тем более что вследствие маловодности ассимиляционные способности рек данного района совсем незначительны.

Могут быть выдвинуты два варианта использования сточных вод Солигорского промрайона: 1. Перевод технического водоснабжения промышленных предприятий на использование биологически очищенных и доочищенных сточных вод и направление оставшейся части стоков после биологической очистки в накопитель с последующим использованием для орошения сельскохозяйственных угодий. 2. Использование всех сточных вод после биологической очистки для орошения земель, продолжение технического водоснабжения промышленности из Солигорского водохранилища.

В обоих вариантах промливневые стоки дождевой канализации рудников после зарегулирования, отстоя и доочистки направляются для технического водоснабжения своих предприятий. Предприятия калийной промышленности недостающее количество, а другие предприятия — все необходимое количество технической воды получают из центрального технического водопровода.

Выдвинутые варианты прежде всего различаются источниками питания технического водопровода. У первого варианта могут быть два подварианта: 1а — для технического водоснабжения подаются прошедшие биологическую очистку и доочистку стоки дождевой канализации, а недостающее количество воды пополняется прошедшими биологическую очистку и доочистку стоками промбытовой канализации; 1б — в технический водопровод подаются биологически очищенные и доочищенные стоки исключительно промбытовой канализации.

Стоки, не попавшие в технический водопровод, направляются на орошение. На данной стадии изученности представляется предпочтительным подвариант а, с тем чтобы более богатые биогенными веществами стоки промбытовой канализации полнее использовать для орошения.

Поскольку количество стоков дождевой канализации, направляемых для повторного использования, а также качество воды в водохранилище зависят от параметров регулирующих емкостей дождевой канализации, были рассмотрены методика определения и предварительные значения этих параметров. На основе анализа данных плювиографических наблюдений за атмосферными осадками в г. Слуцке эти параметры определены по гидрографам стока в расчетный дождливый период, состоящий из двух дождей. Их гидрографы построены методом В.М.Молокова [7] с максимальными расходами, соответствующими интенсивности дождей с  $p = 1$  год для первого и  $p = 0,33$  года для второго дождя. Принято, что второй дождь выпадает на 1/2 суток после первого.

Полезная емкость прудов-отстойников на промливневой канализации рудуправлений принята в размере, необходимом для полного зарегулирования стока в расчетный дождливый период. Для обеспечения достаточно высокой степени осветления стоков дождевой канализации необходимо их отстаивание в течение 2–3 сут [8,9]. Поэтому расход сработки в данном случае принят та-

ким, чтобы опорожнение регулирующей емкости закончилось к концу 3-х сут после начала первого дождя (при этом учитываются расходы поступающих в промливневую канализацию условно чистых производственных стоков).

Мертвый объем рассматриваемых прудов должен обеспечить как прием выпадающих в осадок взвесей (за период между очередными чистками прудов), так и необходимое осветление стоков расчетного дождя, выпадающего при сработавшей регулирующей емкости.

Поскольку эти емкости располагаются в земляных прудах, регулирующая емкость может иметь возможно более значительную высоту призмы сработки, а мертвый объем располагаться ниже уровня грунтовых вод с тем, чтобы обойтись минимальной площадью земель, отчуждаемых под пруды.

Весной при дружном таянии снега и поступлении талых вод в течение нескольких дней подряд при указанной относительной низкой интенсивности сработки регулирующей емкости возможны переполнение прудов и сброс в водохранилище некоторой части талых вод. Но пройдя через пруд транзитом, эти воды подвергнутся значительному осветлению.

Принимая пропускную способность насосных станций в устьях основных коллекторов дождевой канализации г. Солигорска и их напорных трубопроводов в соответствии с [10] (что в данных условиях отвечает интенсивности дождя с  $p = 0,045$  года), регулирующую емкость резервуаров-регуляторов устанавливаем по гидрографу первого дождя в виде площадки между линиями расходов  $Q_p = 0,045$  и  $Q_p = 0,1$ . Этот последний расход принят с учетом рекомендаций [7, 11]. В связи с более существенной величиной расхода сработки ( $Q_p = 0,045$ ) регулирующая емкость опорожняется еще до окончания первого дождя.

Для улучшения показателей работы резервуаров-регуляторов их конструкцию и схему работы целесообразно принять такими, как у применявшегося в зарубежной практике сооружения [7, рис. 6.6]. Мертвый объем у такого резервуара отсутствует. Его конструкция способствует самопроизвольной транспортировке к насосам осаждающих взвесей и предотвращению попадания в сбросной лоток всплывающих нефтепродуктов. При поступлении с водосбора расходы  $Q \leq Q_{p=0,045}$  транзитом подаются на очистку. При расходах  $Q > Q_{p=0,045}$  регулирующая емкость заполняется. После ее заполнения разность  $Q - Q_{p=0,045}$  переливается через борт лотка, расположенного под толчком резервуара, и отводится в водохранилище. При такой схеме величина сбросов будет в целом меньше, чем в случае, если бы сброс происходил как только  $Q > Q_{p=0,1}$ .

На основании [7] следует ожидать, что на очистку будет перекачиваться не менее 0,9 среднегодового объема всех стоков дождевой канализации города. Пропуск всех стоков через резервуар способствует отстоя той части, которая идет на сброс. К тому же переполнение регулирующей емкости и сброс стоков происходят только при выпадении значительных дождей, во время которых загрязнения, смываемые с водосбора, разбавляются до концентраций, значительно меньших, чем при малых и средних дождях. Таким образом, все перечисленные факторы будут способствовать ограничению сброса загрязнений.

Для установления полезной емкости пруда-отстойника-регулятора всех стоков дождевой канализации г. Солигорска используется гидрограф подачи

к нему стоков главной станцией в расчетный дождливый период, а сама регулирующая емкость зависит от соотношения расходов поступающих и направляемых на биологическую очистку стоков.

Одним из условий повторного использования стоков является их очистка и доочистка. Во всех случаях должна быть обеспечена эпидемиологическая безопасность. Согласно [1, с. 119], для промышленного водоснабжения могут использоваться хозяйственные стоки, прошедшие полную биологическую очистку, доочистку на песчаных фильтрах и обеззараживание хлором. Обеспечить это вполне возможно.

Орошение сельскохозяйственных культур промышленными стоками допустимо в случаях, если они не содержат вредных для почвы, растений, животных и человека веществ и прошли механическую и биологическую очистку [12]. В данном случае вредных веществ не ожидается, а требования к очистке менее жесткие, чем при сбросе стоков в речную сеть.

Что касается удовлетворения технологических требований к качеству технической воды, то сопоставление данных показывает, что очищенные сточные воды содержат органических веществ меньше, чем воды Солигорского водохранилища. По общей жесткости и содержанию нитратов сточные воды должны подвергаться такой же обработке, что и используемые ныне речные воды. По содержанию железа некоторым потребителям необходимо их предварительное улучшение. Таким образом, использование для технического водоснабжения очищенных и доочищенных сточных вод вполне допустимо.

После анализа известных локальных и централизованных схем очистки стоков дождевой канализации [13] признано, что в данных условиях они не подходят из-за недостаточной степени очистки или усложнения эксплуатации и во всех случаях — из-за спорадического режима работы сооружений. Целесообразна совместная очистка стоков дождевой и промышленной канализаций, позволяющая достичь требуемого качества очистки стоков и обработки осадков дождевых и талых вод с применением интенсивных методов. Рекомендуемая схема приведена на рис. 1. Промышленный сток проходит механическую и биологическую очистку. Часть стока, направляемая на повторное использование в промышленности, подается на доочистку. Производить доочистку стоков, подаваемых на орошение, не требуется.

Сток дождевой канализации после конечного пруда-отстойника направляется в биокоагулятор. Туда же подается регенерированный активный ил из аэротенков. Смесь аэрируется в течение 20 мин, после чего поступает на разделение в отстойники. Затем она направляется на доочистку на песчаные фильтры, а уже оттуда — в систему технического водоснабжения.

С целью снижения регулирующей емкости конечного пруда целесообразно в ночное время подавать из него сток дождевых (и талых) вод также в аэротенки промышленной канализации, которые в это время работают с недогрузкой из-за снижения притока бытовых вод.

Наоборот, в периоды отсутствия стока в дождевой канализации через отстойники дождевой линии может быть пропущена часть промышленных стоков. При этом увеличиваются время отстаивания и эффект их осветления.

Переходя к анализу условий сельскохозяйственного использования сточных вод, следует отметить заманчивость направления всех стоков для водоснабжения уже построенных или намечаемых к созданию в данном и в сосед-

них речных бассейнах осушительно-увлажнительных систем на торфяных почвах, не располагающих гарантированными источниками воды. Это обеспечило бы оптимальную влажность почв, увеличило их противопожарную безопасность, снизило интенсивность минерализации органического вещества и повысило продуктивность этих почв. Однако при этом возникает необходимость производить многолетнее регулирование и транспортировку на дальние расстояния сточных вод, не допуская соприкосновения с речными водами.

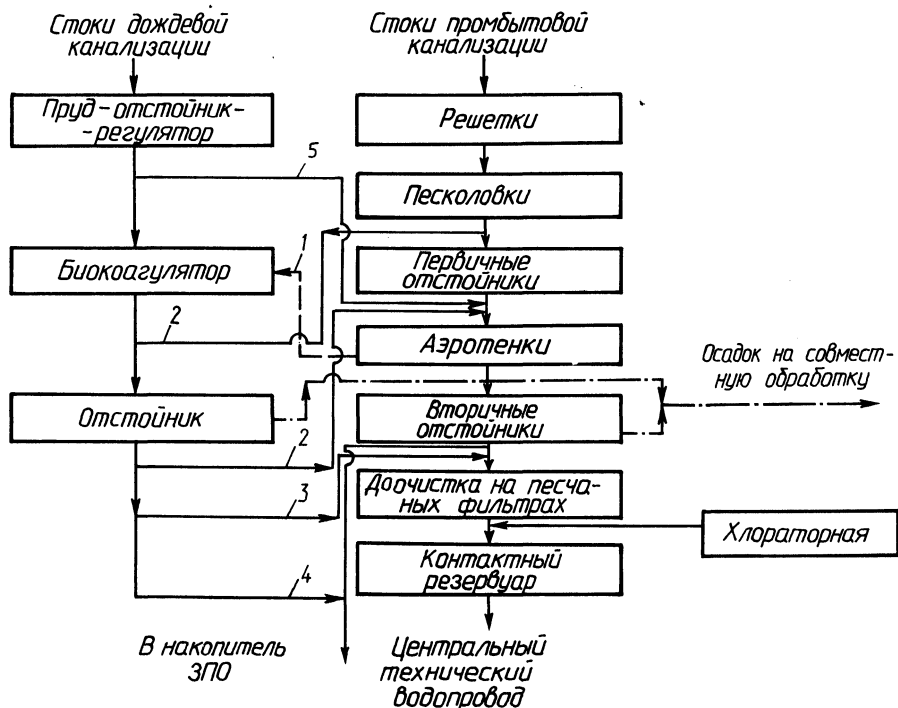


Рис. 1. Схема совместной очистки стоков промбытовой и дождевой канализаций :  
 1 – регенерированный активный ил; 2 – промбытовые стоки в сухую погоду; 3 – для варианта использования поверхностных стоков для технического водоснабжения; 4 – для варианта использования поверхностных стоков для орошения земель; 5 – поверхностный сток в ночное время.

Необходимая емкость накопителя многолетнего регулирования нами определена графически по интегральным календарным кривым (ИКК) в координатах потребностей в воде для увлажнения торфяных почв и притока сточных вод (рис. 2). Исходные данные о потребностях в воде приняты по разработанным Белгипроводхозом обоснованиям регулирования стока рек Полесья. В частности, использованы установленные БелНИИМиВХ по методике [14] декадные потребности в подаче воды методом шлюзования для каждой из выращиваемых на мелиорируемых торфяных землях сельскохозяйственных культур. На этой основе нами определены значения необходимых де-

кадных подач воды (мм/га·дек) для севооборотов, намеченных для расчетного уровня. Для 37-летнего периода (1945—1981) установлены годовые значения необходимой подачи воды, построена эмпирическая и подобрана теоретическая кривые обеспеченности. Оказалось, что эмпирические значения изменяются от 0 до 237 мм. Норма равна 86 мм, а коэффициент изменчивости —  $C_v = 0,75$ . В качестве теоретической соответствует кривая обеспеченности трехпараметрического гамма-распределения с отношением  $C_s/C_v = 1$ . Расчет-

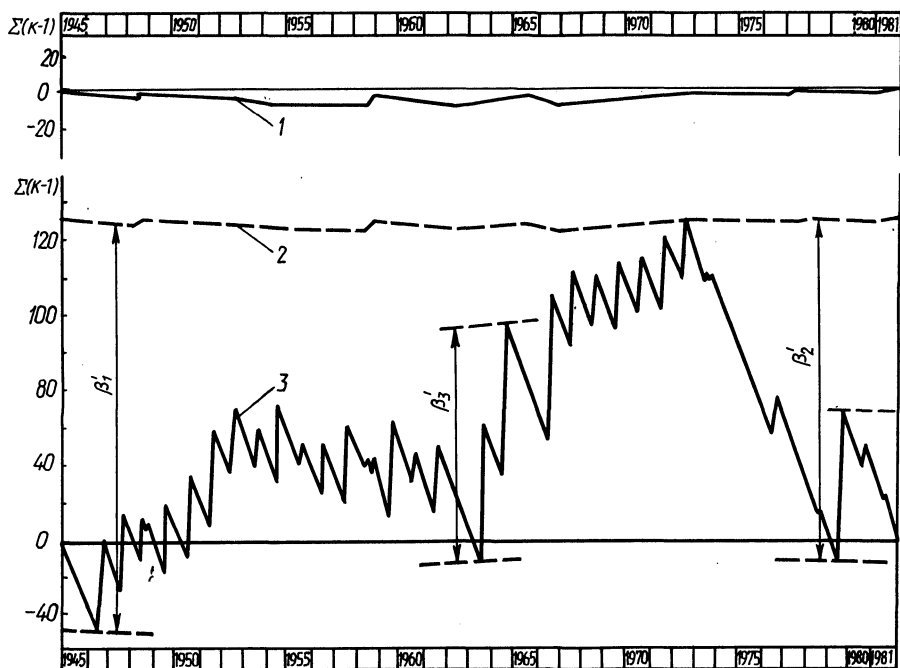


Рис. 2. Графические расчеты регулирующей емкости накопителя, питающего осушительно-увлажнительные гидромелиоративные системы:

1 — ИКК суммарного притока стоков; 2 — эквидистантная кривая к ИКК суммарного притока стоков; 3 — ИКК потребной подачи стоков.

ной можно принять характерную для гидромелиорации обеспеченность 10%. Подача этой обеспеченности равна 207 мм. В годы с более значительными потребностями они ограничивались до этого значения, и соответственно корректировались декадные значения. Календарный ряд декадных значений был выражен в модульных коэффициентах.

Внутригодовой режим поступления стоков промбытовой канализации по декадам установлен исходя из годовой величины этих стоков и числа дней в каждой декаде [8—11]. Величина притока дождевых и талых вод с территории города определена на основе данных об атмосферных осадках и температуре воздуха на станции Слуцк. Учтены потери на испарение со снежного по-

крова. В остальном использована известная методика определения стока дождевых и талых вод. Учет сбросов из дождевой канализации в Солигорское водохранилище произведен путем умножения полученных значений на 0,9. Для каждой декады определена сумма стоков обеих канализаций. Эти суммы затем представлены в модульных коэффициентах, на основе которых построена ИКК поступления стоков.

Отметим, что среднегодовая величина суммарных стоков обеих канализаций составляет  $23,9 \text{ млн.м}^3$  при отношении их стоков 9:1.

Если, пользуясь известной методикой, произвести графические построения (см. рис. 2), то могут быть определены варианты регулирующей емкости от  $V_{\text{нак.1}} = \beta_1' \bar{W}_{\text{сум.дек}} = 219 \bar{W}_{\text{сум.дек}} = 6,08 \bar{W}_{\text{сум.год}} = 145,6 \text{ млн.м}^3$ , обеспечивающей полное использование стоков и бесперебойное удовлетворение потребностей, до  $V_{\text{нак.4}} = \beta_4' \bar{W}_{\text{сум.дек}} = 80,5 \bar{W}_{\text{сум.дек}} = 2,24 \bar{W}_{\text{сум.год}} = 53,6 \text{ млн.м}^3$ , обеспечивающей использование стоков на 92 %, с перебоями в поставке воды в течение 30 % рассматриваемого 37-летнего периода.

Таким образом, изменчивость потребностей в увлажнении земель настолько значительна, что для более или менее полного использования стоков с целью надежного обеспечения оптимальной влажности требуется непомерно большая регулирующая емкость. В связи с тем что располагаемыми стоками можно обеспечить около 28 тыс. га земель, необходимо было бы транспортировать стоки на большие расстояния. Исходя из этого целесообразнее использовать стоки на сельскохозяйственных полях орошения (ЗПО), занимаемых под незаменяемые для таких условий травы [16].

Отметим, что в литературе имеются указания о целесообразности в целях удобрения норму орошения на ЗПО принимать на 40–50 % больше, чем в целях орошения, а также применять вневегетационные поливы, увеличивающие урожай трав еще примерно на 20 %. В зоне неустойчивого увлажнения допускается [12] для периода вегетации в зависимости от вида почв направлять от 500 до 200 мм стоков. Для вневегетационного периода рекомендуется [16] от 200 до 0 мм. В составе данных ЗПО могут оказаться легкие, средние минеральные и торфяные почвы. Для таких почв в упомянутых материалах Белгипрорхоза установленные по методике [15] нормы орошения трав чистой водой в году с атмосферными осадками 75 % обеспеченности составляют 205, 185 и 180 мм. Нами для периода вегетации средняя нагрузка принята 280 мм, а для вневегетационного периода – 130 мм, т.е. 410 мм для года в целом (по 40 мм в апреле и сентябре, по 50 мм в мае–августе и 130 мм в декабре).

Согласно варианту 1а (см. с. 9) использования сточных вод после вычета полной потребности в технической воде ( $16,2 \text{ млн.м}^3$ ) на ЗПО в средний год направляется  $9,1 \text{ млн.м}^3$  стоков (учитывая, что для технического водоснабжения используют  $1,4 \text{ млн.м}^3$  стоков промливневой канализации рудников).

Следует отметить, что даже в наиболее влажные годы (например, в 1977 г. с годовой суммой осадков 768 мм) нагрузка на ЗПО увеличится примерно лишь на 35 мм против средней и составит около 445 мм, что значительно ниже, чем на некоторых ЗПО Подмоскovie, где нагрузка стоков составляла 600–700 мм и при этом достигалась высокая урожайность трав [16].

Необходимая полезная емкость накопителя на ЗПО, установленная из расчета полного годового зарегулирования стоков во влажный год 5 % обеспеченности, составляет  $3,1 \text{ млн.м}^3$ , или 34 % среднегодового объема оросительной воды.



В расчете на каждый из 2,25 тыс. га орошаемой площади удельная регулирующая емкость ниже в 3,7 раза, чем для осушительно-увлажнительных систем, а в расчете на 1 млн. м<sup>3</sup> оросительной воды — почти в 18 раз.

ЗПО рекомендуют располагать прежде всего на легких малопродуктивных в естественном состоянии почвах [12]. В БССР такими являются пустошные суходолы и внепойменные суходольные и низинные луга. Так, западнее Кривичского канала расположен крупный массив внепойменных лугов на водно-ледниковых песчаных отложениях [17]. Конкретное размещение предстоит выбрать вне зоны рудных полей с возможными просадками, с учетом качества почв, расстояний транспортировки стоков и условий дренирования речной сетью грунтовых вод с поступающими к ним фильтрующими из ЗПО стоками.

Учитывая, что стоки проходят механическую и полную биологическую очистку, подвергаются самоочищению в накопителе и почвенной доочистке на ЗПО, есть основание предполагать отсутствие в их дренажном стоке загрязнений, свойственных сточным водам промбытовой и дождевой канализаций.

Исходя из обычного содержания в биологически очищенных городских стоках общего азота, можно считать, что оно будет составлять не менее 27 % от предельно допустимого количества, поступающего разными путями в почву [17]. Орошение сточными водами постепенно поднимет плодородие ЗПО и по самым скромным подсчетам позволит получать не менее 350 ц/га зеленой массы трав в год, в том числе за счет эффектов орошения и удобрения, соответственно, 100 и 50 ц/га.

Таким образом, предлагаемые решения позволят оградить речную сеть от сброса со сточными водами остаточных загрязнений, высвободить для других целей 16,2 млн.м<sup>3</sup>/год воды Солигорского водохранилища (обеспеченностью 95 %), отказаться от доочистки в среднем 9,1 млн.м<sup>3</sup>/год сточных вод, превратить 2,25 тыс. га малоценных ныне угодий в богатые пастбища и сенокосы с высокой и устойчивой урожайностью, максимально снизить загрязнение Солигорского водохранилища (если соответствующие меры будут приняты и в г. Слуцке).

При дальнейших проработках предстоит уточнить многие вопросы, особенно связанные с малоизученными вопросами количества и режима стоков дождевой канализации, очистки стоков, наличия в дренажных водах ЗПО биогенных веществ, управления формирующей системой повторного использования стоков целого промышленного района.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Проблемы развития водного хозяйства СССР/Под ред. Т.С.Хачатурова. — М., 1981. — 266 с. 2. Буткевич Л.Д., Самойленко Г.П., Ковалев М.К. Использование водных ресурсов бассейнов рек Припять и Мухавец. — НТИ "Мелиорация и водное хозяйство". Минск, 1983, № 1, с. 16—18. 3. Гатилло П.Д. О схеме регулирования и территориального перераспределения речного стока Белоруссии. — В кн.: Водное хозяйство и гидротехническое строительство. Минск, 1982, вып. 12, с. 3—13. 4. Плужников В.Н., Эльпер В.Л., Юревич Р.А. Водохозяйственный баланс Солигорского промышленного района. — В кн.: Проблемы Полесья. Минск, 1982, вып. 8, с. 92—100. 5. Гатилло П.Д., Плужников В.Н., Правошинский Н.А. Мероприятия по охране от загрязнения р.Случь и Солигорского водохранилища. — В кн.: Вопросы водохозяйственного строительства. Минск, 1969, с. 16—44. 6. Н. Ды м. У проруби—Сов.Белорус

сия, 1982, 12 мая. 7. Молоков М.В., Шифрин В.Н. Очистка поверхностного стока с территорий городов и промышленных площадок. — М., 1977. — 104 с. 8. Особенности состава поверхностного стока с территории городов/А.А.Бухолдин, Э.И.Горяинов, А.В.Рокшевская и др. — В кн.: Проблемы охраны вод. Харьков, 1974, вып. 5, с. 61–69. 9. Климова В.Ф. Перспективы использования торфа для очистки поверхностного стока с городских территорий. — БелНИИНТИ Госплана БССР. Обзор. информ. — Минск, 1978.—32 с. 10. Временная инструкция по проектированию сооружений для очистки поверхностных сточных вод. СН 497–77. М., 1978. — 40 с. 11. Временные рекомендации по предотвращению загрязнения вод поверхностным стоком с городской территории (дождевыми, тальми и поливо-мочными водами). М., 1975. — 38 с. 12. Инструкция по проектированию сельскохозяйственных полей орошения. ВСН-11-28-76. — М., 1976. — 34 с. 13. Казарян В.А., Залетова Н.А., Арцимович П.М. Очистка поверхностного стока с территории больших городов. Обзор. информ. ГОСИНТИ. Вып. 20. М., 1980. — 24 с. 14. Методические указания и программы для ЭВМ по проектированию водного режима осушаемых земель на основе воднобалансовых расчетов. — Минск, 1980. — 67 с. 15. Михальцев А.И. Модификация формулы для расчета испарения с орошаемых площадей биоклиматическим методом. — В кн.: Конструкции и расчеты осушительно-увлажнительных систем. Минск, 1979, вып. 4, с. 16–21. 16. Орошение пастбищ и сенокосов сточными водами/Н.Г.Андреев, В.М.Новиков, М.П.Конардов и др. — М., 1977. — 112 с. 17. Растительный покров Белоруссии (с картой М. 1:1 000 000). — Минск, 1969. — 176 с.

УДК 556.047:556.18

В.В.ДРОЗД, канд.геогр.наук (ЦНИИКИВР),  
Е.Е.ПЕТЛИЦКИЙ

## ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ К АНАЛИЗУ ОДНОРОДНОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ

Статистическая обработка данных наблюдений предполагает применение однородной информации. Анализ однородности гидрологических рядов является неотъемлемым требованием при любом использовании данных наблюдений в условиях все возрастающего антропогенного нарушения водного режима.

Такой анализ выполняется в два этапа: первичный (графический) и статистический [1–5].

Существуют параметрические и непараметрические статистические критерии, используемые для оценки однородности ряда и существенности расхождений между выборками (совокупностями).

Параметрические критерии применяются в тех случаях, когда выборки имеют нормальное или близкое к нему распределение. Среди параметрических критериев широко известны критерии Стьюдента, хи-квадрат и др.

Непараметрические критерии используются в том случае, если распределение ряда отличается от нормального или оно неизвестно. Применение этих критериев основано на упорядоченности и ранжировании значений наблюдаемых величин или их разностей. Наиболее просты и эффективны критерии Колмогорова—Смирнова и Уилкоксона (Вилкоксона) [3].

Однако применение как одних, так и других критериев к гидрологическим рядам имеет ряд ограничений [6–8] (кроме отмеченного выше вида распределения):