

Рис. 5. Карта-схема качества речных вод по основным показателям в бассейне р. Неман

3. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2004 г. / БелНИЦ «Экология», 2005. – 232 с.
4. Павлов, С.В. Геоинформационная система для информационной поддержки управления водными ресурсами России: сборник

трудов Второй Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Мехатроника, автоматизация, управление» / С.В. Павлов, Р.З. Хамитов, А.Б. Никитин. – 2005. – Том 2. – Уфа: УГАТУ. – С. 82–87.

Материал поступил в редакцию 26.01.10

**BULAK I.A. Application of GIS-technologies for the characteristic of a condition and use of water resources in river pool**

The opportunities of application of GIS-technologies for an estimation of a condition and use of water resources in pool of the river are shown. The digital cards describing a modern condition and use of water resources of pool of the river Neman with use of various information systems, including AIS GVK and NSMOS are developed.

УДК 556.16:330.007

**Гриневич А.Г., Пеньковская А.М., Булак И.А., Синкевич А.М.**

**ОЦЕНКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕЧНЫХ БАСЕЙНОВ И АДМИНИСТРАТИВНЫХ РАЙОНОВ**

**Введение.** Водные ресурсы являются одним из ключевых элементов устойчивого развития, имеющим огромное значение для его социальных, экономических и экологических аспектов.

Водные ресурсы Беларуси формируются как за счёт атмосферных осадков (местный речной сток, почвенная влага, подземные воды), так и за счёт внешнего притока с сопредельных территорий. Ресурсы поверхностных вод по современным представлениям включают речной сток и запасы воды в водоёмах.

Речной сток, как известно, является ежегодно возобновляемым источником воды, производным от климата и ландшафта. Его формирование происходит на водосборной площади речного бассейна.

Водные ресурсы отличаются территориальной замкнутостью и единством в природных границах водосборных бассейнов. Эти особенности водных ресурсов требуют применения принципов бассейнового управления, не свойственного другим отраслям экономики [1].

Водопользователи относятся к социальной сфере (население),

экономической (промышленность, сельское и рыбное хозяйство, гидроэнергетика, водный транспорт) и экологической (водные объекты как элементы природы). В своей производственной деятельности водопользователи имеют систему управления, основанную, как правило, на административном принципе.

Водное хозяйство касается, таким образом, многих сфер жизни общества, имеет универсальный и специфический характер, и в этой связи его система управления должна исходить из необходимости сочетания бассейнового и административного принципов.

Оценке водных ресурсов в бассейновом разрезе посвящено достаточное количество работ, однако информация о распределении их по административным районам отсутствует.

**Гидрологическая основа оценки водных ресурсов.** До конца непознанная спорадичность в колебаниях погодных условий (количество и режим выпадения осадков, температура и влажность

*Гриневич Анна Георгиевна, к.г.н., ведущий научный сотрудник РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов»*

*Пеньковская Ася Михайловна, к.т.н., зав сектором РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов»*

*Синкевич Алексей Михайлович, младший научный сотрудник РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов»*

Беларусь, 220086, г. Минск, ул. Славинского 1, корп. 2.

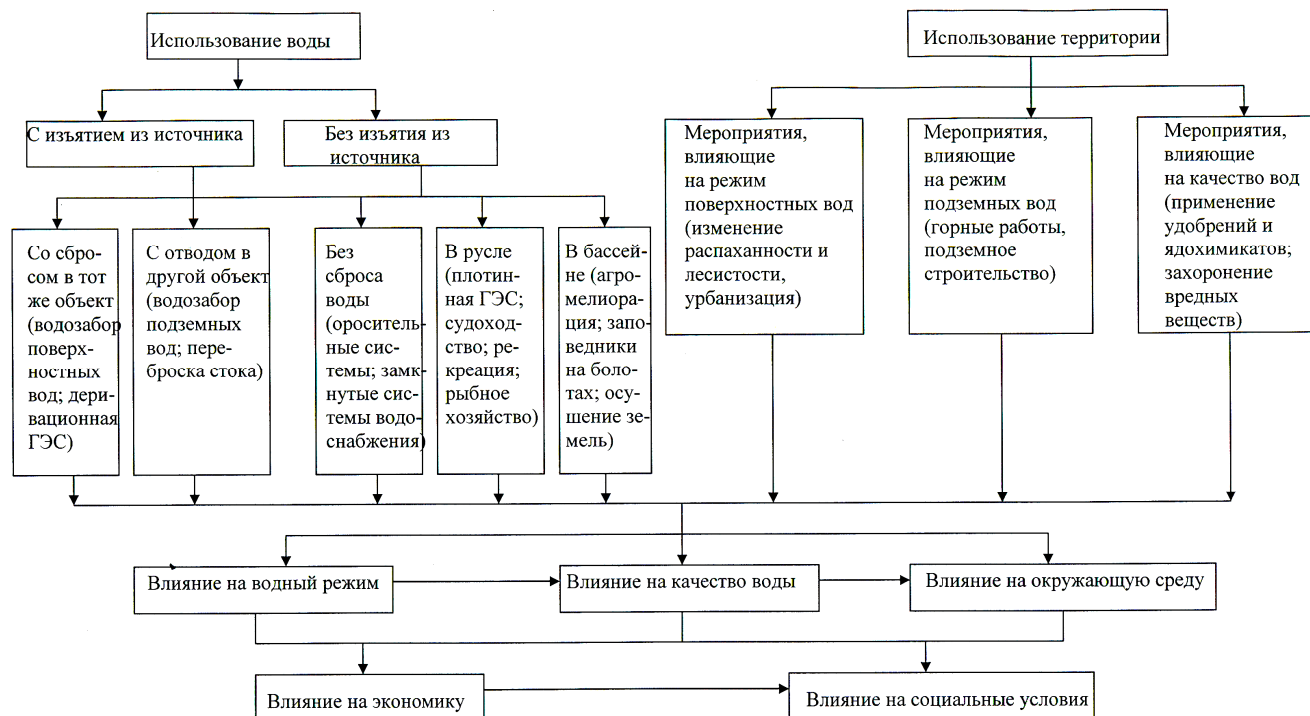


Рис. 1. Влияние хозяйственной деятельности на водные ресурсы и его последствия

воздуха, направление и скорость ветра и др.), сезонные изменения на поверхности водосбора в процессе вегетации растений, промерзания, оттаивания и увлажнения почвы обуславливают изменчивость речного стока. В силу многообразия и проявления стокоформирующих факторов речной сток представляет собой сложный вероятностный процесс, исчерпывающее описание которого отсутствует.

Имеется, правда, мнение [2], что эта задача может быть решена на основании разработки специальной математической модели, описывающей всю совокупность физических, тепло-технических, гидравлических и т.д. процессов формирования и проявления речного стока в реальном времени. Однако попытки построения подобных моделей пока не привели к практически удовлетворительным результатам, исключая некоторые расчётные схемы краткосрочного прогноза максимального стока на основе моделей трансформации дождевых осадков в сток.

Наиболее ценной и по существу единственной базой для изучения закономерностей во временном ходе речного стока служат материалы гидрометрических наблюдений. Длительность наблюдений в различных пунктах территории не одинакова. Имеются различия в способах измерения и учёта стока (следовательно, и разная точность гидрометрических данных), относящихся к различным историческим периодам.

В районах со значительной степенью освоения водосборной площади речной сток заметно искажён (по сравнению с естественным состоянием). Краткая характеристика факторов воздействия на водные ресурсы приведена на рис. 1 [3]. Для выяснения природных закономерностей изменения речного стока непосредственно гидрометрические данные непригодны. Чтобы обеспечить применимость этих данных для практических расчётов или исследований ресурсов речного стока, необходимо предварительное исключение антропогенных воздействий (восстановление стока) в соответствии с нормативным документом [4]. Большинство расчётных работ по восстановлению естественных характеристик речного стока автоматизировано. Для этого используются алгоритмы и комплекс программ [5].

Естественные и восстановленные характеристики стока для суждения об его природных колебаниях, как гидрологическая основа оценки водных ресурсов, могут применяться в виде:

- а) непосредственно в виде рядов гидрометрических наблюдений;
- б) репрезентативных (расчётных гидрологических характеристик);

в) искусственных (смоделированных) гидрологических рядов большой длительности.

Для получения их необходимо опираться на принимаемую схему колебаний речного стока. На практике исходят из представления стока, как стационарного стохастического процесса, т.е. подразумевается в первую очередь устойчивость среднего стока и устойчивые закономерности и масштабы природных колебаний относительно этого среднего во времени.

Данная гипотеза входит в известное противоречие с материалами наблюдений, указывающими на наличие цикличности в ходе стока, природа которой недостаточно выяснена. Несомненно, влияние факторов земного и космического порядка (активность солнца, притяжение луны, сверхмноголетние колебания и изменения климата, по некоторым гипотезам – движение планетной системы и др.).

Устойчивость нормы труднодоказуема. В циклах не обнаружено строгой периодичности, диапазон возможных колебаний сезонного и годового стока наблюдениями охвачен недостаточно, особенно мало материалов для суждения об экстремальных значениях стока. Попытки их количественно обосновать из физических соображений не получили признания [6].

Применение непосредственно рядов гидрометрических наблюдений для оценки ресурсов речных вод требует выбора расчётного периода, для которого выполняются следующие условия:

- 1) средний сток соответствует норме;
- 2) прослеживается законченный период колебаний водности;
- 3) длина ряда достаточна для оценки эмпирической обеспеченности водности.

Условие (3) вынуждает брать ряд как можно большей длительности. Условие (2) позволяет отбирать из имеющихся данных более короткий период. Условие (1) принципиально может быть подвергнуто сомнению, но и для его проверки нужны длительные ряды.

В практических целях исходят из целесообразности принятия продолжительности расчётного периода как величины кратной периодам солнечной активности (9-13, в среднем 11 лет). По имеющимся данным, в колебаниях гидрометеорологического режима больших территорий достаточно чётко прослеживаются законченные фазы повышений и понижений, укладывающиеся в три таких периода. Отсюда возникает оценка минимальной длины гидрометрического ряда (30 – 35 лет), календарно совпадающего с этими циклами. При такой длине

ряда эмпирическая обеспеченность стока лежит в пределах 3-97%. В этом случае под нормой можно понимать принятое при территориальных обобщениях значение среднемноголетнего стока.

Для сглаживания эмпирических кривых обеспеченности и экстраполяции оценки за пределами гидрометрических наблюдений используются аналитические кривые распределения, однозначный выбор типа и параметров которых доказательным способом невозможны. На практике в различных странах применяют различные типы кривых распределения (нормальные, логнормальные, Пирсона, Гумбеля и др.) в качестве аппроксимирующих зависимостей к данным наблюдениям.

В СССР длительное время применялись кривые Пирсона III рода. В новом нормативном документе по гидрологическим расчётам предпочтение отдано трёхпараметрическому гамма-распределению, остальные кривые допускаются применять при специальном обосновании [7]. Хорошее соответствие аналитических кривых распределения вероятностей стока проявляется в средней части кривых обеспеченности. Для суждения о достоверности оценки экстремальных величин стока за пределами опыта убедительных данных нет. На основе гидрометрических данных и с помощью аналитических кривых распределения стока получают его репрезентативные характеристики за годовые периоды, сезоны, по месяцам и т.д. нормативными методами.

При определении стока заданной обеспеченности по нескольким створам территории возникает задача увязки данных. Если эти створы расположены в одном речном бассейне, расчётные гидрологические характеристики в каждом створе находятся по данным о естественном стоке автономно.

Если по каждому расчётному створу в бассейне определять сток заданной обеспеченности, суммарные данные о ресурсах речных вод (по замыкающему створу) будут репрезентативными, но распределение их по территории получается условным. На практике иногда прибегают к модели реального года расчётной обеспеченности в замыкающем створе с получением за этот же год характеристик внутри бассейна. Недостатком этого способа является несоответствие стока во внутренних створах бассейна по расчётной обеспеченности. Поэтому представляется более обоснованным, особенно при несущественном регулировании, принятие совокупности репрезентативных характеристик стока по всем внутренним створам.

Моделирование гидрологических рядов большой длительности применяется при необходимости учёта многолетних колебаний стока и цикличности в его ходе. Параметры смоделированных рядов должны совпадать или быть весьма близки к исходным. При этом, искусственные ряды содержат значительно больше информации о возможных (с точностью до принятой модели) многолетних колебаний стока по территории с учётом его внутригодового распределения.

**Исходные данные и методика исследования.** В современных условиях при административном управлении водными ресурсами особое значение приобретает проблема оценки местных водных ресурсов, которые могут сформироваться в пределах конкретного административного района, либо его части.

Естественно, при подробных расчетах такого ресурсного потенциала было бы необходимо оценить водные ресурсы в отдельности каждого из речных бассейнов, расположенных полностью или частично в пределах данного административного района. Следующим этапом расчетов должен быть учет доли каждого из этих речных бассейнов в территории района и соответствующая оценка средневзвешенного расхода воды района с учетом этих долей.

Однако при массовых приближенных расчетах такой путь практически не реализуем, и возникает необходимость в разработке более упрощенных методов оценки. Тем более это актуально в условиях отсутствия необходимой подробной гидрологической информации для каждого административного района.

Для этих случаев разработана расчетная схема, позволяющая приблизительно оценить местные водные ресурсы, которые могут сформироваться в пределах данного административного района исходя из общих зональных закономерностей пространственного распределения речного стока.

Поскольку гидрологический режим крупных речных бассейнов более изучен, прежде всего, необходимо оценить местные водные ресурсы в целом по административной области. Например, для Гродненской области это в основном местные водные ресурсы по белорусской части бассейна р. Неман и Вилия. Таким образом, на первом этапе расчетов необходимо оценить по основным крупным речным бассейнам местный речной сток, приходящийся на территорию данной административной области. Для этого используются материалы многолетних наблюдений за гидрологическим режимом на основных реках, протекающих на территории данной области в приграничных створах (на входе и выходе данной области). В частности, для Гродненской области необходимо, помимо расчетов непосредственно по основной реке - Неман, провести соответствующие расчеты по таким рекам, как Вилия, Щара и Нарев (бассейн реки Западный Буг).

В данном случае оценивается среднемноголетний среднегодовой расход воды как наиболее обобщенная характеристика водных ресурсов территории.

Следующим этапом расчетов является процедура наложения карты изолиний модулей среднемноголетнего годового стока на карту данной области с указанием границ всех административных районов данной области. По такой совмещенной карте оцениваются местные водные ресурсы в пределах каждого административного района с учетом расположения изолиний.

В данном случае предлагается использовать простейшую процедуру оценки средневзвешенной величины модуля для данного контура административного района. С учетом площади данного района можно оценить некоторый индекс местных водных ресурсов в виде среднемноголетней величины годового стока (в зависимости от средневзвешенного модуля годового стока и площади района).

Далее эту величину необходимо откорректировать с учетом рассчитанного ранее местного годового стока в целом по области. В результате сравнения этой величины и суммы местного годового стока по всем административным районам данной области оценивается переходной коэффициент  $K$ , равный отношению местного годового стока области, оцененного по многолетним гидрологическим данным основных рек, протекающих по территории данной области к величине местного годового стока, выраженного в виде суммы оценочных величин для всех административных районов.

Далее с учетом этого коэффициента проводится корректировка полученных ранее величин местного годового стока, сформированного на территории каждого административного района.

Учитывая обобщенный характер используемой информации, а также условность пренебрежения границами местных водосборных площадей рек, протекающих по территории административных районов, полученную таким образом величину годового стока можно считать только некоторым индексом потенциальных водных ресурсов данного административного района.

Предложенную расчетную схему можно рассмотреть на примере Новогрудского района Гродненской области. На рис. 2 показана карта, полученная в результате наложения карты модулей среднемноголетнего годового стока на карту бассейна р. Неман. В соответствии с этой картой средневзвешенная величина модуля для территории Новогрудского района составляет 6,3 л/с·км<sup>2</sup>. В соответствии с площадью района среднемноголетней годового стока составляет 10,7 м<sup>3</sup>/с. После корректировки этого расхода с учетом рассчитанных местных водных ресурсов в целом по Гродненской области эта величина оценивается в 12,4 м<sup>3</sup>/с.

Таким образом, предлагается оценивать приближенную характеристику индекса водных ресурсов применительно к отдельным административным районам. Естественно, что для некоторых областей основную сложность составляет расчет местных водных ресурсов на основе многолетних гидрологических наблюдений.

**Основные результаты исследований.** Предложенная методика использована для оценки местных водных ресурсов в рамках работы по составлению схемы комплексного использования водных ресурсов бассейна реки Неман.

Таблица 1. Обеспеченность населения бассейна р. Неман местным стоком

Адм. область, район	Площадь района в пределах бас- сейна р. Неман, км <sup>2</sup>	Численность насе- ления бассейна, тыс.чел.	Местный сток		Обеспеченность населения, млн. л/чел.
			м <sup>3</sup> /с	млн м <sup>3</sup> /год	
<b>Гродненская область</b>	<b>24385</b>	<b>1102,8</b>	<b>164,25</b>	<b>5177,6</b>	<b>4,69</b>
Берестовицкий	743	18,5	4,47	141	7,62
Волковысский	1192	80,1	7,71	243,17	3,04
Вороновский	1500	31,7	11,49	359,55	11,34
Гродненский	2700	391,5	18,1	570,87	1,46
Дятловский	1500	31,5	10,5	331,17	10,51
Ивьевский	1841	30,1	14,7	463,64	15,40
Зельвенский	870	19,9	5,78	182,3	9,16
Кореличский	1100	24,8	8,04	253,58	10,23
Лидский	1600	134,6	10,5	331,17	2,46
Мостовский	1300	33,3	8,73	275,34	8,27
Новогрудский	1700	51,2	12,4	391,1	7,64
Островецкий	1569	25,8	8,23	259,57	10,06
Ошмянский р-н	1200	32,9	9,82	309,72	9,41
Свислочский	670	20,7	3,11	98,09	4,74
Слонимский	1500	69,9	9,65	304,36	4,35
Сморгонский	1500	56,3	7,72	243,49	4,32
Щучинский	1900	50	13,3	419,48	8,39
<b>Брестская область</b>	<b>5606</b>	<b>286,5</b>	<b>24,8</b>	<b>783,19</b>	<b>2,73</b>
Барановичский	2206	212,8	11,2	353,25	1,66
Ивацевичский	1532	32,3	6,06	191,13	5,92
Ляховичский	1258	29,3	5,31	167,48	5,72
Пружанский р-н	610	12,1	2,23	70,33	5,81
<b>Витебская область</b>	<b>869</b>	<b>12,9</b>	<b>6,34</b>	<b>199,96</b>	<b>15,50</b>
Глубокский	45	1,1	0,31	9,78	8,89
Докшицкий	641	8,2	4,71	148,55	18,12
Поставский р-н	183	3,6	1,32	41,63	11,56
<b>Минская область</b>	<b>14778</b>	<b>493,1</b>	<b>83,63</b>	<b>2637,69</b>	<b>5,35</b>
Вилейский	2390	52,8	13,8	435,25	8,24
Воложинский	1900	38,3	11,2	353,25	9,22
Дзержинский	1338	60,6	7,6	239,7	3,96
Клецкий р-н	10	12,4	2,62	82,64	6,66
Копыльский	623	0,4	0,03	0,95	2,38
Логойский	1362	21,7	7,74	244,12	11,25
Минский	417	36	2,44	76,96	2,14
Молодечненский	1397	140,2	8,26	260,52	1,86
Мядельский	1689	25,7	10,2	321,71	12,52
Несвижский	768	36,9	3,71	117,01	3,17
Слуцкий	116	6,2	0,5	15,77	2,54
Столбцовский	1882	43,6	10,8	340,63	7,81
Узденский	886	18,3	4,73	149,18	8,15
<b>Всего по басс.</b>	<b>45638,0</b>	<b>1895,3</b>	<b>279,0</b>	<b>8798,4</b>	<b>4,64</b>

Бассейн Немана расположен на территории четырёх областей (Гродненская, Брестская, Витебская и Минская) и включает в себя полностью либо частично территорию 38 административных районов, площадь которых была предварительно определена. Для каждого района с использованием карты среднегодовых модулей (рис. 2) определён средневзвешенный модуль среднего годового стока и вычислен местный сток. Результаты приведены в таблице 1. Здесь же приведены удельные величины обеспеченности населения местным стоком.

При необходимости величины местного стока заданной обеспеченности могут быть получены с использованием рекомендаций [6].

Анализ приведенных в таблице данных свидетельствует о согласованности полученных оценок с расчётными гидрологическими характеристиками для бассейна р. Неман в целом и его основных притоков.

**Заключение.** Водное хозяйство является одной из базовых отраслей, успешное функционирование которой обеспечивает основу стабильного развития всего хозяйственного комплекса республики.

Организация в республике системы управления водными ресурсами на основе рационального сочетания административного и бассейнового принципов управления водопользованием имеет важнейшее значение для выхода из кризиса и перехода на модель устойчивого развития.

Водный фактор играет важную роль в планировании размещения практически всех видов производства, а также рекреационных и лечебно-профилактических учреждений.

Вполне очевидно, что работа всех национальных организаций по водопользованию должна координироваться как на местном, так и на государственном уровне.

Учитывая необходимость при планировании водопользования и охраны водных ресурсов сочетания административного принципа с бассейновым, приведена методика определения местных ресурсов для административных районов, входящих в речной бассейн. Дана количественная оценка местных ресурсов для конкретных административных районов и их частей, входящих в бассейн реки Неман.



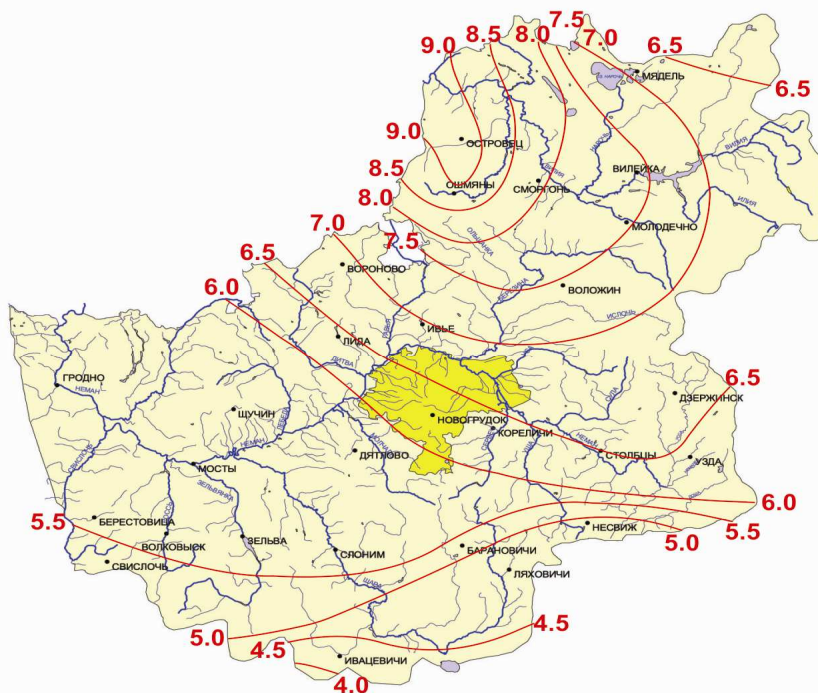


Рис. 2. Карта модуля среднегодового стока рек бассейна Немана

Приведены величины обеспеченности местным стоком населения, проживающего в каждом административном районе.

Предложенная методика может быть использована при необходимости оценки местных ресурсов в водохозяйственной практике, при разработке водоохранных мероприятий, в том числе при разработке схем комплексного использования и охраны водных ресурсов в бассейнах рек.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иванович, М.М. Бассейновый принцип водопользования // Юридический журнал. – 2008. – № 1. – С.101–104.
2. Захаров, В.П. Основы методики составления водохозяйственных балансов // Проблемы гидроэнергетики и водного хозяйства. – Вып. 2. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1964. – С. 3–39.
3. Методы составления и анализа водохозяйственных балансов: автореферат дисс. на соискание степени д.т.н. – Минск: ЦНИИКИВР, 1991. – 54 с.
4. Восстановление рядов речного стока: пособие к ИВН 33-05.0107-87 – Мн.: ЦНИИКИВР, 1990. – 45 с.
5. Плужников, В.Н. Оценка водохозяйственных балансов с использованием информационных систем / В.Н. Плужников, А.М. Пеньковская // Труды V Всес. гидр. съезда. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – С. 174–180.
6. Крицкий, С.Н. Гидрологические основы управления речным стоком / С.Н. Крицкий, М.Ф. Менкель – М.: Наука, 1981. – 249 с.
7. Определение расчетных гидрологических характеристик: П1 – 98 к СНиП 2.01.14 – 83. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2000. – 174 с.

Материал поступил в редакцию 11.12.09

#### GRINEVICH A.G., PENKOVSKAJA A.M., BULAK I.A., SINKEVICH A.M. Estimation of water resources of river pools and administrative areas

The basic principles and ways of an estimation of water resources are given, the technique of accounts of a local drain is given which is used for an estimation of a local drain formed in administrative areas, located completely or partially within the limits of pool of the river Neman. The estimation of security of the population by a local drain is executed.

УДК 338.5: 628.1(1-22)

**Богуш Е.А. Гуринович А.Д.**

### ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ В ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРОГРАММАХ БЕЛАРУСИ

**Введение.** Эффективность использования основных средств предприятий, отраслей и в целом государства оценивается, наряду с другими характеристиками, взаимосвязанными экономическими и техническими показателями, такими как амортизация и износ. Во многих государственных программах Беларуси эти показатели используются некорректно и не отражают реального положения дел [1–3].

Действующие в настоящее время в Республике Беларусь нормативные правовые акты по вопросам амортизации основных средств

и нематериальных активов [4–7] содержат общие понятия и положения, которые требуют дополнительного разъяснения и разработки новых методик для различных отраслей экономики, позволяющих правильно определять нормативные сроки службы, сроки полезного использования и нормы амортизации.

При этом требуется увязка экономических понятий с техническими, которые изложены в соответствующих технических нормативных правовых актах, в частности характеризующих параметры надежности [8].

*Гуринович Анатолий Дмитриевич, д.т.н., профессор кафедры экономики строительства Белорусского национального технического университета.*

*Богуш Екатерина Андреевна, студентка Белорусского национального технического университета. Беларусь, 220013, БНТУ, г. Минск, пр. Независимости, 65.*