

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Мешик О.П., Зубрицкая Т.Е.

E-mail: omeshyk@gmail.com

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»
Республика Беларусь, Брест, ул. Московская 267, 224017

ВВЕДЕНИЕ

Определение расчетных гидрологических характеристик, необходимых для проектирования параметров мелиоративных систем и сооружений в Республике Беларусь регламентируется рядом нормативно-технических документов [1, 2 и др.]. В то же время, для осушительных систем с площадью водосбора до 2,0 тыс га расчетными расходами воды являются [3]: весеннее половодье обеспеченностью $P=10$ %; дождевые паводки – $P=10$ %; предпосевной – $P=10$ %; среднемеженный – $P=50$ %. При площади водосбора 2,0 тыс га и более в качестве расчетного принимается расход воды весеннего половодья $P=25$ %. При проектировании гидротехнических сооружений, в зависимости от их класса капитальности и расчетного случая (основной и поверочный), принимаемые обеспеченности расчетных расходов воды составляют $P=0,01; 0,1; 0,5; 1,0; 3,0; 5,0; 10$ %. Существующая сеть гидрологического мониторинга в Республике Беларусь не в полном объеме обеспечивает потребности водохозяйственной отрасли, прежде всего – проектирование мероприятий по реконструкции и строительству мелиоративных систем, расположенных на водосборах малых рек. В этой связи определение расчетных гидрологических характеристик осуществляется для случая отсутствия данных гидрометрических наблюдений.

Территория Беларуси имеет ряд характерных

особенностей в гидрологическом отношении. Водораздел бассейнов Балтийского и Черного морей проходит по территории Республики Беларусь, покрытой густой сетью рек, общей протяженностью 90,6 тыс км. По количеству и протяженности преобладают малые реки длиной до 200 км. На юге страны расположена Полеская низменность с обширными просторами болот, подверженная крупномасштабным гидротехническим мелиорациям. На севере расположен край – Поозерье с многочисленными озерами. Эти и другие факторы делают Беларусь уникальной территорией в гидрологическом отношении. Для разработки проектов мелиоративных систем возникла необходимость в изучении гидрографических характеристик водосборов малых рек Беларуси. Однако, наиболее полно исследованы данные водосборы лишь в 60-70 гг. XX века. В настоящее время практически отсутствуют источники, отражающие современную гидрологическую ситуацию. За последнее 50-летие в результате комплексной мелиорации земель значительно изменилась заболоченность водосборов, увеличилось количество водохранилищ. Нет современных и достоверных данных о многих гидрографических характеристиках, что делает затруднительным определение расчетных гидрологических характеристик для случая отсутствия данных гидрометрических наблюдений.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Объектами исследования в работе являются гидрографические характеристики водосборов малых рек Беларуси, расходы воды и модули стока расчетных расходов. В этой связи, нами оценены гидрографические характеристики водосборов 110 малых рек Беларуси на основании, практически единственного источника информации [4], с учетом последующих изменений и дополнений, обобщающего площади водосборов, длины рек, уклоны русел, озерность, заболоченность, залесенность, густоту речной сети, распаханность и др. Итогом работы является районирование по территории Беларуси модулей стока весеннего половодья и дождевых паводков

, предпосевого и среднемеженного стока с построением карт их пространственного распределения с целью использования в мелиоративной проектной практике.

Многими авторами объективно отмечаются сложности проведения гидрологических расчетов, связанные с нормативно-методической базой и неопределенностью отдельных параметров, используемых в физико-математических расчетных моделях [5 и др.]. Согласно ТКП 45-3.04-168-2009 (02250) [1] расчетный максимальный расход воды весеннего половодья Q_p (м³/с) заданной ежегодной вероятностью превышения $P\%$ определяется по формуле:

$$Q_p = \frac{K_0 \cdot h_p \cdot \mu \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2}{(A + 1)^{0.20}} \cdot A, \tag{1}$$

где K_0 – параметр, характеризующий дружность весеннего половодья; h_p – расчетный слой суммарного (без срезки грунтового питания) стока, мм, ежегодной вероятностью превышения (P); μ – коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров слоя стока и максимальных расходов воды; δ – коэффициент, учитывающий влияние водохранилищ, прудов и

проточных озер; δ_1, δ_2 – коэффициенты, учитывающие снижение максимального расхода воды, соответственно, в залесенных и заболоченных водосборах; A – площадь водосбора, км².

Максимальные мгновенные расходы воды дождевых паводков 10%-ной обеспеченности определяются по формуле:

$$Q_p = \frac{a_{10\%} \cdot \delta \cdot \lambda_p}{\Phi^{0.8}} \cdot A, \tag{2}$$

где $a_{10\%}$ – параметр, характеризующий модуль максимального мгновенного расхода воды 10%-ной обеспеченности, A – площадь водосбора до расчетного створа, км²; λ_p – переходной коэффициент от максимальных расходов воды дождевых паводков, 10%-ной вероятностью превышения, к максимальным расходам другой

вероятностью превышения, δ – коэффициент, учитывающий влияние водохранилищ, прудов и проточных озер, Φ – морфологическая характеристика русла.

Расчетные расходы среднемеженного стока $Q_{ср.меж}$, м³/с, определяются по формуле:

$$Q_{ср.меж} = \bar{q}_{меж} \cdot A, \tag{3}$$

где $\bar{q}_{меж}$ – средний многолетний модуль среднемеженного стока, м³/с·км², A – расчетная площадь водосбора, км².

Согласно пособию к СНиП 2.01.14-83 [2]

расчетный расход воды предпосевого периода Q_p (м³/с) заданной ежегодной вероятностью превышения $P\%$ определяется по формуле:

$$Q_{10\%} = A_{10\%}^m \cdot A \cdot \delta_A \cdot \delta_{(A\delta + A\lambda)} \cdot \delta_{оз} \cdot \delta_{\Delta T} \cdot 10^{-3}, \quad (4)$$

где $A_{10\%}^m$ – параметр, представляющий собой модуль предпосевого стока с единицы площади водосбора, л/км²; A – площадь водосбора до расчетного створа, км²; δ_A – коэффициент, отражающий возрастание модуля предпосевого стока с увеличением площади водосбора; $\delta_{(A\delta + A\lambda)}$ – коэффициент учета влияния заболоченности и лесистости; $\delta_{оз}$ – коэффициент учета влияния озерности; $\delta_{\Delta T}$ – коэффициент, учитывающий неодновременность схода снега по водосбору.

В результате расчетов для случая отсутствия данных гидрометрических наблюдений получены расходы воды и соответствующие им модули стока для исследуемых водосборов малых рек Беларуси. Для рек бассейна Западной Двины результаты расчетов представлены в таблице 1 [6]. В дальнейшем, полученные результаты легли в основу картографирования модулей стока критических гидрологических периодов.

Таблица 1 – Результаты расчетов расходов воды и модулей стока критических гидрологических периодов

№п/п	Река-створ	Весеннее половодье		Дождевые паводки		Предпосековой сток		Среднемеженный сток	
		Q _{10%} ,	q _{10%} ,	Q _{10%} ,	q _{10%} ,	Q _{10%} ,	q _{10%} ,	Q _{50%} ,	q _{50%} ,
		м ³ /с	м ³ /(с · км ²)	м ³ /с	м ³ /(с · км ²)	м ³ /с	м ³ /(с · км ²)	м ³ /с	м ³ /(с · км ²)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Бассейн р. Западной Двины									
1	Лужесянка – с.Борково	86,8	0,225	32,5	0,084	23,1	0,060	1,4	0,0035
2	Эсса – с.Гадивля	87,4	0,165	15,0	0,028	18,0	0,034	2,1	0,0039
3	Усвейка – с.Мозолы	43,9	0,305	9,0	0,063	3,8	0,026	0,6	0,0039
4	Усвейка – с.Загатье	66,1	0,278	11,2	0,047	6,9	0,029	0,8	0,0034
5	Оболь – с.Ломоносово	56,1	0,142	6,6	0,017	20,9	0,053	1,4	0,0035
6	Усыса – с.Казиново	57,9	0,235	9,8	0,040	15,9	0,065	0,9	0,0035
7	Полота – с.Янково 1-е	63,5	0,103	5,5	0,009	28,9	0,047	2,2	0,0035
8	Ушача – с.Толкачи	104,1	0,119	10,8	0,012	45,9	0,052	3,3	0,0038
9	Нача -с.Горовцы	39,6	0,187	20,2	0,095	7,1	0,033	0,8	0,0037
10	Маделка -с.Русаки	49,6	0,107	12,7	0,028	18,8	0,041	1,8	0,0040
11	Берёзовка – с.Саутки	150,2	0,271	45,8	0,083	18,3	0,033	2,1	0,0038

По большинству водосборов малых рек Беларуси установлена значительная изменчивость модулей стока весеннего половодья в зависимости от озерности, заболоченности, залесенности. Данные гидрографические характеристики являются значительно изменчивыми в течение достаточно короткого периода времени (20-30 лет)

в связи интенсивной антропогенной деятельностью, связанной с вырубкой лесов, строительством водохранилищ, мелиоративным освоением земель. В частности, в таблице 2 приведены зависимости расчетных модулей стока от расположения леса на водосборе.

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Таблица 2 – Динамика модулей весеннего половодья обеспеченности $P=10\%$ в зависимости от расположения леса на водосборе

При залесённости от 20 до 30%	Расположение леса на водосборе		
	равномерное	в верхней части водосбора	в нижней и прирусловой части водосбора
Река-створ	Модуль стока, $\text{м}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$		
Оболь – с. Ломоносово, 395 км^2	0,142	0,107	0,185
Полота – с. Янково 1-е, 618 км^2	0,103	0,077	0,134
Молчадь – с. Гезгалы, 1120 км^2	0,119	0,090	0,155
Нарочь – с. Нарочь, 1480 км^2	0,020	0,015	0,026
Рыга – с. Малые Радваничи, 1600 км^2	0,019	0,014	0,024
Случь – с. Новодворцы, 910 км^2	0,089	0,067	0,116
Случь – пгт. Старобин, 1910 км^2	0,087	0,065	0,113
Случь – с. Ленин, 4620 км^2	0,065	0,049	0,084
При залесённости от 10 до 19%	Расположение леса на водосборе		
	равномерное	в верхней части водосбора	в нижней и прирусловой части водосбора
Река-створ	Модуль стока, $\text{м}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$		
Маделка -с. Русаки, 462 км^2	0,107	0,086	0,134
Молчадь – с. Молчадь, 211 км^2	0,150	0,120	0,187

Как показывают материалы таблицы 2, имеет место статистически значимое изменение модулей стока весеннего половодья практически по всем водосборам малых рек Беларуси. Учитывая комплексное освоение водосборов и возможное изменение их залесенности, требуется высокое качество гидрологических изысканий, проводимых в период, непосредственно предшествующий разработке инженерных проектов. Использование данных прошлых лет может привести к ошибочным результатам.

Антропогенная деятельность, связанная с мелиорацией водосборов, осушением заболоченных земель и болот привела к значительной их трансформации вплоть до изменения типизации. В таблице 3 приведена динамика модулей стока весеннего половодья в зависимости от различной типизации болот.

Наибольшие разности расчетных модулей стока соответствуют водосборам с малыми

площадями. Необходимо отметить, что модули стока весеннего половодья не имеют четкой дифференциации, как по бассейнам рек, так и по гидрологическим районам Беларуси.

Площадь водосбора также существенно влияет на величину модуля стока (рисунок 1). При уменьшении площадей модули стока увеличиваются. Эта тенденция имеет место, как для отдельно взятых водосборов малых рек, так и для всей исследуемой территории [7].

В виду существенного влияния площадей водосборов на величины модулей стока, установлена целесообразность выполнения районирования по площадям водосборов: до 500 км^2 , 500-1000 км^2 , более 1000 км^2 .

Расчеты модулей стока весеннего половодья обеспеченности $P=10\%$, показали их значительную пространственную изменчивость (таблица 4). Наибольшие значения приходятся на северо-восток Беларуси, наименьшие – на юго-запад.

Таблица 3 – Динамика модулей весеннего половодья обеспеченности $P=10\%$ в зависимости от типов болот и почвогрунтов на водосборе

Река-створ	Типы болот и почвогрунтов на их водосборах			
	Низинные болота и заболоченные леса и луга на водосборах, сложенных супесчаными и легкосуглинистыми почвами (грунтами)	Болота разных типов на водосборе	Верховые болота на водосборах, сложенных супесчаными и легкосуглинистыми почвами (грунтами)	Верховые болота на водосборах, сложенных среднесуглинистыми и глинистыми почвами (грунтами)
Модуль стока, $\text{м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2$				
Оболь – с. Ломоносово, 395 км^2	0,142	0,148	0,161	0,173
Полота – с. Янково 1-е, 618 км^2	0,103	0,107	0,115	0,123
Маделка –с. Русаки, 462 км^2	0,107	0,112	0,120	0,129
Молчадь – с. Молчадь, 211 км^2	0,150	0,160	0,181	0,202
Молчадь – с. Гезгалы, 1120 км^2	0,119	0,124	0,132	0,141
Нарочь – с. Нарочь, 1480 км^2	0,020	0,021	0,022	0,023
Рыта – с. Малые Радваничи, 1600 км^2	0,019	0,021	0,026	0,030
Случь – с. Новодворцы, 910 км^2	0,089	0,093	0,102	0,110
Случь – пгт. Старобин, 1910 км^2	0,087	0,091	0,099	0,108
Случь – с. Ленин, 4620 км^2	0,065	0,068	0,076	0,083

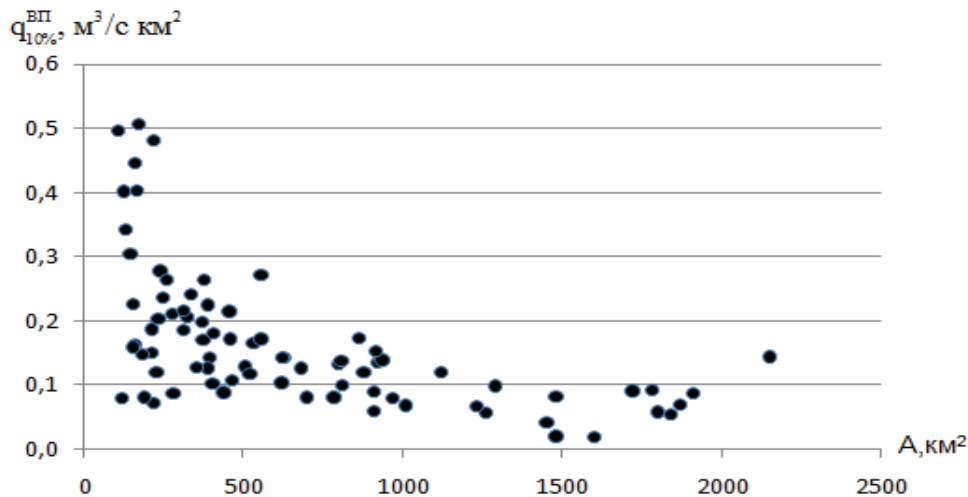


Рисунок 1 – Зависимость модуля стока весеннего половодья от площади водосбора

Таблица 4 – Модули стока весеннего половодья обеспеченности $P=10\%$ по бассейнам рек Беларуси

Бассейн реки	$Q_{10\%}^{вп}, \text{м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2$
Западная Двина	0,10-0,49
Днепр	0,04-0,51
Неман	0,02-0,17
Западный Буг	0,02-0,08

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Рассчитанные и представленные в таблице 4 модули стока, на наш взгляд, несколько завышены. Основные гидрографические характеристики, входящие в расчетные зависимости, определены в 60-70-80-х годах XX века и по многим водосборам устарели. В частности, крупномасштабные мелиоративные мероприятия привели к существенному снижению площади заболоченности, увеличению озерности за счет строительства большого количества прудов и

водохранилищ. По некоторым водотокам изменились площади их водосборов. Отмечается рост лесистости территории Беларуси во второй половине XX века (около 7-8 %) [8]. Оценить динамику изменения модулей стока весеннего половодья в зависимости от различных сценариев изменения озерности, заболоченности, залесенности можно на примере водосбора р. Бобр – с. Куты (таблица 5).

Таблица 5 – Динамика расходов воды весеннего половодья обеспеченности P=10 % в р. Бобр – с. Куты в зависимости от различных сценариев изменения гидрографических характеристик водосбора

Озерность, %	↑	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Залесенность, %	↑	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
Заболоченность, %	↑	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модули стока, м ³ /с км ²		0,265	0,208	0,170	0,142	0,122	0,105	0,093	0,082	0,074	0,066	0,060
Озерность, %	↑	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Залесенность, %	↑	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
Заболоченность, %	↓	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Модули стока, м ³ /с км ²		0,265	0,221	0,191	0,164	0,144	0,128	0,115	0,105	0,096	0,088	0,082
Озерность, %	=	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Залесенность, %	↓	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38
Заболоченность, %	↓	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Модули стока, м ³ /с км ²		0,265	0,274	0,284	0,285	0,287	0,288	0,290	0,291	0,293	0,294	0,296
Озерность, %	=	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Залесенность, %	↓	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38
Заболоченность, %	↑	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модули стока, м ³ /с км ²		0,265	0,258	0,252	0,247	0,242	0,237	0,233	0,229	0,225	0,221	0,217
Озерность, %	=	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Залесенность, %	↑	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
Заболоченность, %	↓	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Модули стока, м ³ /с км ²		0,265	0,271	0,279	0,278	0,277	0,275	0,274	0,273	0,272	0,271	0,270

Для большинства сценариев изменения имеет место снижение модулей стока. Причем, гидрографических характеристик водосбора для наиболее вероятного ретроспективного

сценария (увеличение озерности и залесенности, снижение заболоченности – в таблице 5 выделен фоном) изменение характеристик в пределах 3-4 % приводит к значительному уменьшению модулей стока, что фактически уже произошло. При этом, уменьшение расходов воды может быть до 30-35 м³/с и более [7].

Анализируя полученные результаты и

построенные по ним карты модулей стока весеннего половодья по исследуемым водосборам малых рек Беларуси, видна отчетливая тенденция пространственной изменчивости модулей стока с юго-запада на северо-восток. Пролслеживается рост значений на границе Витебской и Могилевской областей, а в Брестской и Гомельской областях их уменьшение (рисунок 2).

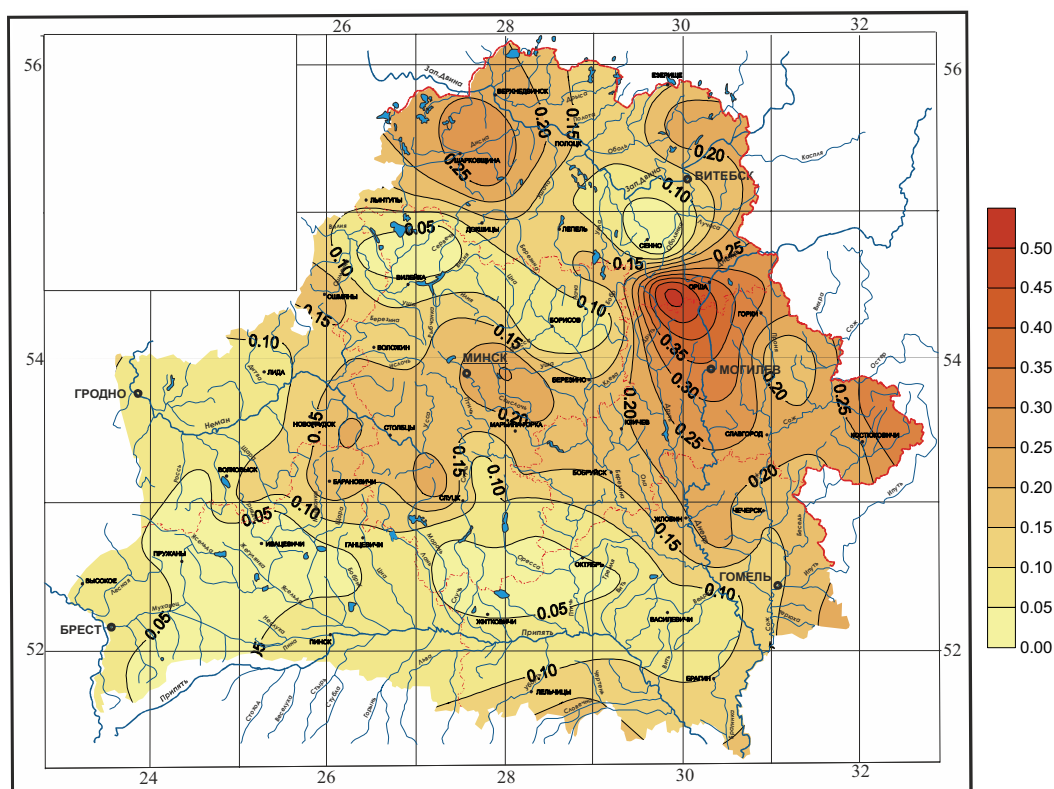


Рисунок 2 – Районирование модулей стока весеннего половодья ($P=10\%$) по водосборам малых рек Беларуси, м³/(с·км²)

Модули стока дождевых паводков обеспеченности $P=10\%$ имеют значительно меньшую пространственную изменчивость и составляют 0,01-0,09 м³/с км². Аналогично весеннему половодью их снижению способствует увеличение озерности и, собственно, большая площадь водосбора. Увеличение озерности за счет строительства

водохранилищ ведет к значительному снижению расходов воды дождевых паводков (рисунок 3) [7]. Зарастание водотоков, изменение их извилистости (спрямление в ходе мелиоративных работ) также вызывает статистически значимые трансформации модулей стока.

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

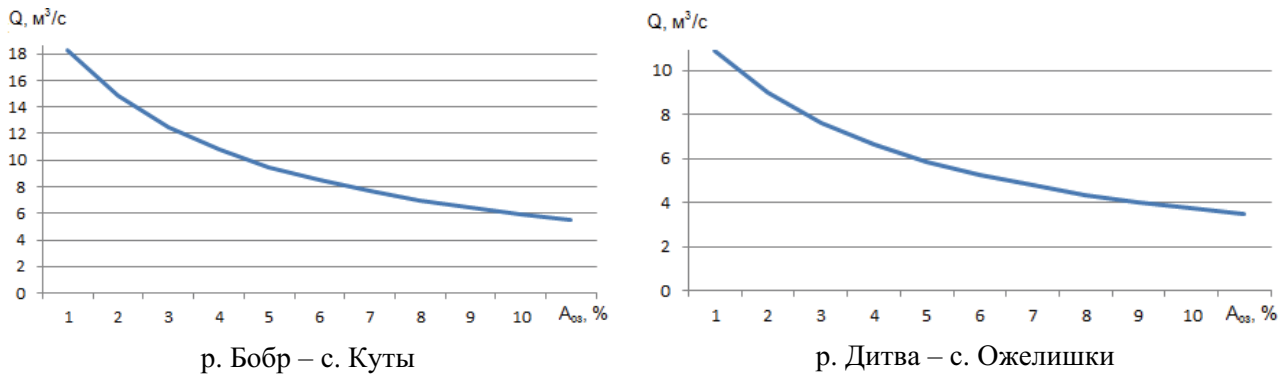


Рисунок 3 – Графики зависимости $Q=f(A_{03})$

На рисунке 4 представлена карта модулей стока дождевых паводков расчетной обеспеченности на территории Беларуси. Пространственная изменчивость модулей стока дождевых паводков имеет, в основном,

широтный характер – с юга на север. Максимум достигается в Верхнедвинском районе Витебской области, а минимум имеет место в Брестском районе – бассейне реки Рыта.

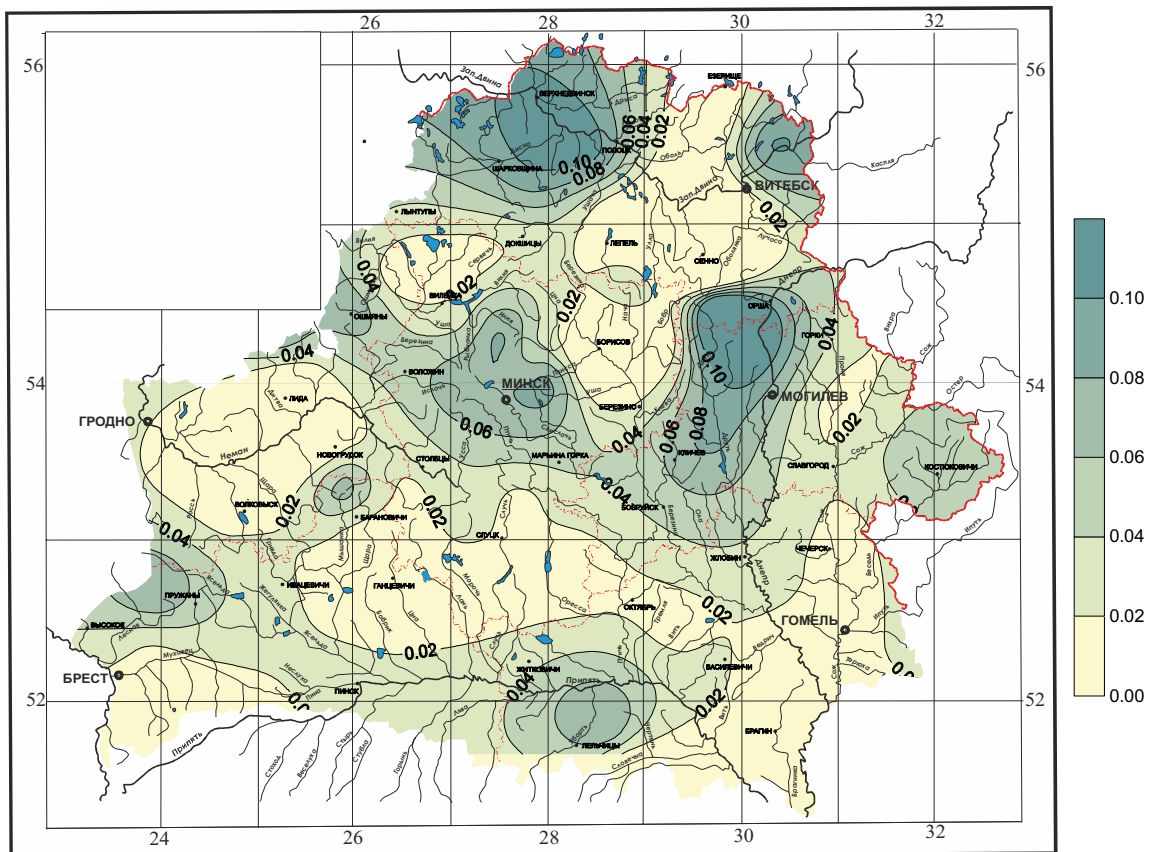


Рисунок 4 – Районирование модулей стока дождевых паводков ($P=10\%$) по водосборам малых рек Беларуси, $м^3/(с \cdot км^2)$

Модули предпосевого стока обеспеченности $P=10\%$ изменяются по исследуемой территории с юга на север в пределах 0,01-0,06

$м^3/с км^2$. По отдельным водосборам они превышают соответствующие модули стока дождевых паводков (рисунок 5). В этой связи, считаем

необходимым при определении расчетных расходов воды в ходе проектирования мероприятий по организации поверхностного стока, выполнять поверочные расчеты, используя данные по предпосевному стоку (северо-восточная часть Беларуси). Основной причиной, приводящей к превышению предпосевного стока над дождевыми паводками расчетной обеспеченности $P=10\%$, на наш взгляд, являются проведенные мелиоративные мероприятия в условиях сложного рельефа (при больших уклонах) и увеличение коэффициента густоты русловой сети (стро-

ительство большого количества мелиоративных каналов).

Изменения среднемеженного стока обеспеченности $P=50\%$ в сторону уменьшения, наблюдаются с запада (Ошмянский район Гродненской области) на юго-восток (Брагинский район Гомельской области) и находятся в пределах $0,0015-0,0060 \text{ м}^3/\text{с км}^2$ (рисунок 6).

Изменение (увеличение) площадей водосборов не влияет на изменение величин модулей стока предпосевного и среднемеженного периодов.

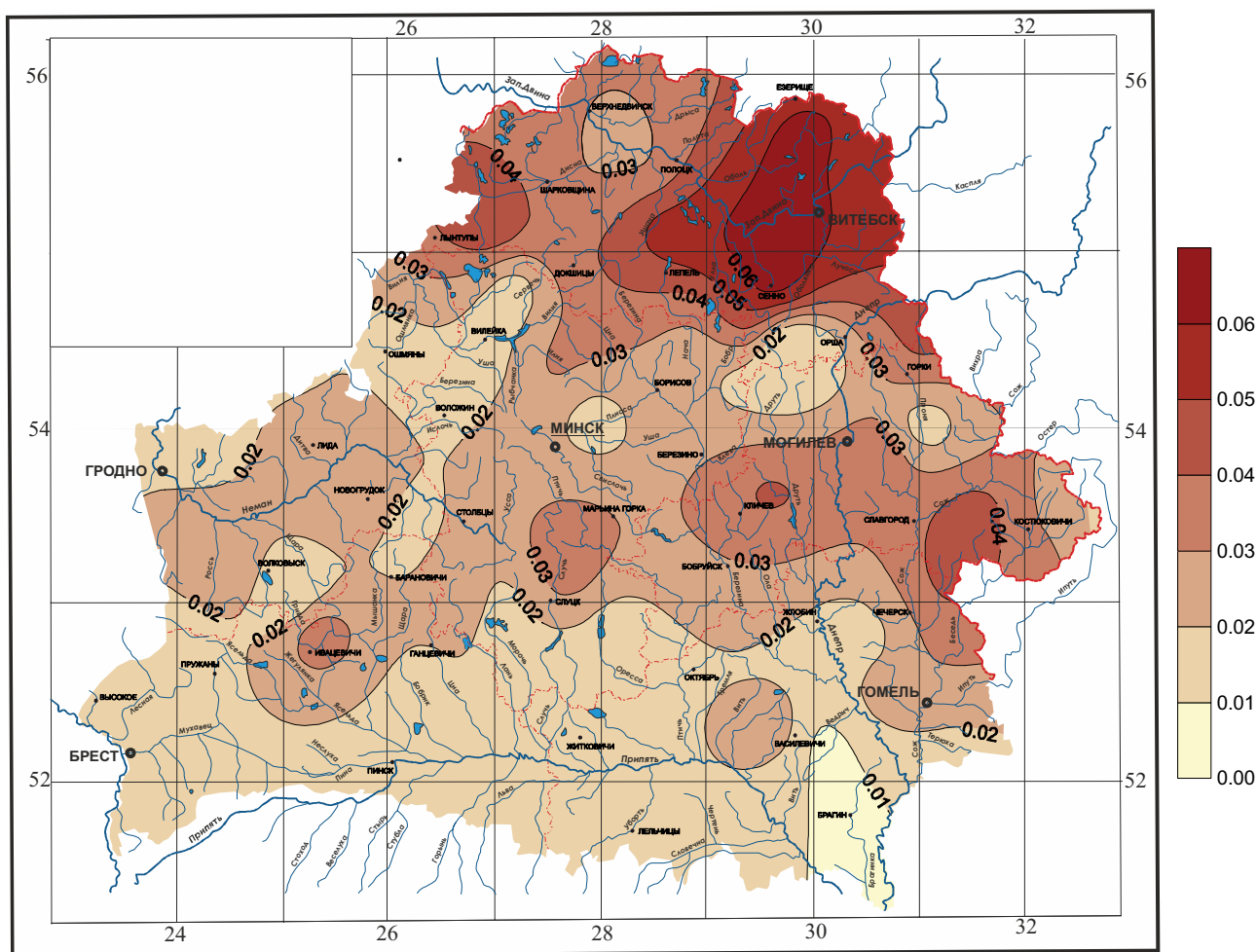


Рисунок 5 – Районирование модулей стока предпосевного стока ($P=10\%$) по водосборам малых рек Беларуси, $\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$

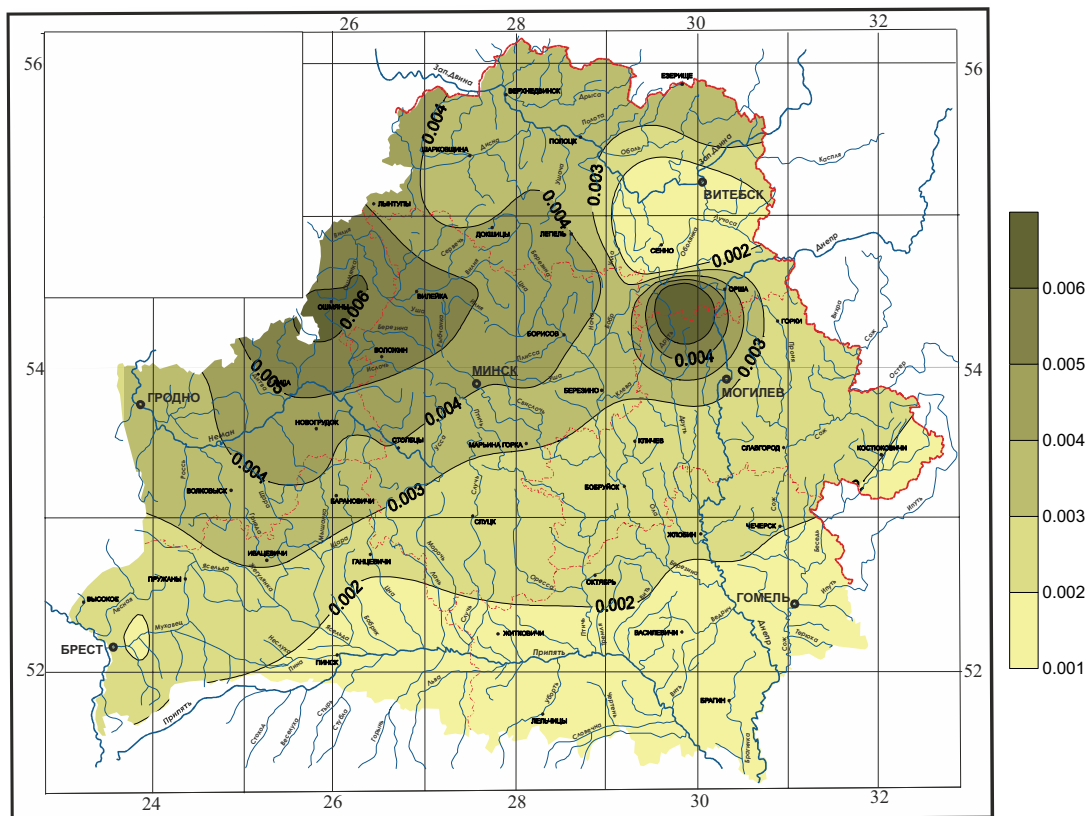


Рисунок 6 – Районирование модулей среднемеженного стока ($P=10\%$) по водосборам малых рек Беларуси, $\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексное мелиоративное освоение земель территории Республики Беларусь привело к существенному изменению гидрографических характеристик водосборов малых рек, прежде всего, к уменьшению заболоченности и увеличению озерности водосборов, в результате чего расчетные модули стока весеннего половодья и дождевых паводков снизились. В то же время, изменения площадей озерности, заболоченности, залесенности водосборов даже в пределах нескольких процентов приводят к статистически значимому изменению модулей стока как весеннего половодья, так и дождевых паводков. В этой связи, отсутствие современных данных о гидрографических характеристиках водосборов малых рек Беларуси предполагает проведение дополнительных гидрологических изысканий при разработке проектов мелиоративных систем.

В виду существенного влияния площади водосбора на величины модулей стока, целесо-

образно при районировании территории Беларуси проводить дифференцированную оценку модулей стока весеннего половодья и дождевых паводков по площадям водосборов: до 500 км^2 , $500-1000 \text{ км}^2$, более 1000 км^2 .

Построенные нами карты районирования модулей стока весеннего половодья, дождевых паводков, предпосевного и среднемеженного стока могут использоваться в ходе проектирования мелиоративных систем и сооружений для контроля качества выполненных гидрологических расчетов (случай отсутствия или недостаточности данных гидрометрических наблюдений), для предварительной оценки параметров водоприемников, проводящей, регулирующей и оградительной мелиоративной сети. Результаты исследований могут использоваться в учебном процессе при подготовке инженеров по специальности “Мелиорация и водное хозяйство”.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 45-3.04-168-2009 (02250) Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения.– Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2010.
2. Определение расчетных гидрологических характеристик = Национальный комплекс нормативно-технических документов в строительстве. Пособие к строительным нормам и правилам: П1–98 к СНиП 2.01.14–83 // Введ. 01.08.1999. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2000.
3. ТКП 45-3.04-8-2005 (02250) Мелиоративные системы и сооружения. Нормы проектирования. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2006.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Л.: Гидрометеоздат. – Т.5. – ч.1., 1966. – 718 с.
5. Рождественский, А.В. Современная проблема инженерных гидрологических расчетов по обобщению гидрологической информации в России и пути ее решения / А.В. Рождественский, А.Г. Лобанова // Метеорология и гидрология. – 2011. – № 7. – С. 81–95.
6. Мешик, О.П. Пространственная изменчивость модулей стока водосборов малых рек Беларуси / О.П. Мешик, Т.Е. Зубрицкая // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: науч. статьи Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 6–8 апр. 2016 г.: в 2-х частях / УО БрГТУ; под ред. А.А. Волчека [и др.]. – Брест, 2016. – Ч. II. – С. 111–116.
7. Мешик, О.П. Проблемы гидрологических расчетов и использования их результатов в мелиоративной практике / О.П. Мешик, Т.Е. Зубрицкая, Ю.О. Снитко // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: науч. статьи Межд. науч.-практ. конф., Брест 23-25 апр. 2014 г.: под ред. А.А. Волчека [и др.]. – Брест, 2014. – Ч. 3. – С. 191–195.
8. Природная среда Беларуси / Национальная академия наук Беларуси, Институт проблем использования природных ресурсов и экологии; под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: НОООО «БИП-С», 2002. – 424 с.