

Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь  
Установа адукацыі «Брэсцкі дзяржаўны ўніверсітэт  
імя А.С. Пушкіна»

***Вучоныя***

***запіскі***

***Брэсцкага ўніверсітэта***

---

***Зборнік навуковых прац***

***Выпуск 11***

***Частка 2***

***Прыродазнаўчыя навукі***

**Брэст • 2016**

*Заснаваны ў 2005 годзе*

*Галоўны рэдактар*

**А.М. Сендзер**

*Намеснікі галоўнага рэдактара:*

**С.А. Марзан** (*гуманітарныя і грамадскія навукі*)

**А.Я. Будзько** (*прыродазнаўчыя навукі*)

*Рэдакцыйны савет:*

**В.Е. Гайдук, Л.Г. Лысюк, Б.М. Ляпешка, З.П. Мельнікава, А.Ф. Равінскі, М.П. Ярчак**

*Міжнародны савет:*

**А.А. Афонін** (Расія), **В.Р. Бязрогаў** (Расія), **Ф.Я. Васілюк** (Расія), **В.А. Главан** (Молдова),  
**Марцін Грабэ** (Германія), **М.М. Громаў** (Расія), **В.В. Дзікусар** (Расія), **Андраш Золтан** (Венгрыя),

**В.А. Несцяроўскі** (Украіна), **Ежы Нікітаровіч** (Польшча), **Антон Мірановіч** (Польшча),

**Б.В. Саліхаў** (Расія), **В.Г. Самойленка** (Украіна), **Станіслаў Рудальф** (Польшча),

**Фелікс Чыжэўскі** (Польшча), **Антані Юўка** (Польшча) **П.М. Ямчук** (Украіна), **Эдвард Ярмох** (Польшча)

*Рэдакцыйная калегія:*

**Г.І. Займіст** (*адказы рэдактар на гуманітарных і грамадскіх навукі*),

**Н.С. Ступень** (*адказы рэдактар на прыродазнаўчыя навукі*),

**У.В. Амелькін, С.В. Арцёменка, М.А. Багдасараў, В.Ф. Байнёў, В.У. Будкевіч, А.М. Вабішчэвіч,**  
**І.Я. Валітава, В.М. Ватыль, П.А. Вадап'янаў, А.М. Вітчанка, А.А. Волчак, Т.А. Гарупа, А.А. Гарбацкі,**  
**А.М. Грыгаровіч, А.А. Гужалоўскі, А.Л. Гулевіч, Т.І. Доўнар, М.П. Жыгар, Г.А. Зорын, В.І. Іўчанкаў,**  
**М.С. Кавалевіч, Т.А. Кавальчук, Ч.С. Кірвель, У.Л. Клюня, П.П. Крусць, У.У. Лосеў, А.А. Лукашанец,**  
**М.І. Ляўчук, В.С. Манахаў, І. П. Мартынаў, А.А. Махнач, А.В. Мацвееў, У.А. Плецохоў, Я.В. Радына,**  
**С.В. Рашэтнікаў, Д.Г. Ротман, В.Ф. Русецкі, А.А. Савіч, У.В. Салтанаў, М.Н. Сендзер, У.С. Секяржыцкі,**  
**У.А. Сенькавец, Я.У. Скакун, А.С. Сляповіч, В.А. Сцепановіч, В.І. Сянкевіч, М.М. Труш, Л.Р. Цігарэнка,**  
**А.В. Чычурын, І.А. Швед, Я.К. Ялавічава, У.А. Янчук, Я.С. Яскевіч**

**Адрас рэдакцыі:**

**224665, г.Брэст, бульвар Касманаўтаў, 21**

**тэл.: 21-72-07**

**e-mail [vesnik@brsu.brest.by](mailto:vesnik@brsu.brest.by)**

Ministry of education of Republic of Belarus  
Educational establishment «Brest State University  
named after A.S. Pushkin»

# *Proceeding*

*of Brest University*

---

*Collection of Scientific Works*

*Issue 11*

*Part 2*  
*Natural Sciences*

**Brest • 2016**

Founded 2005

*Editor-in-chief*

A.N. Sender

*Editor-in-chief Deputies*

S.A. Marzan (*the humanities and social sciences*)

A.Ya. Budzko (*natural sciences*)

*Editorial council:*

V.E. Gaiduk, L.G. Lysyuk, B.M. Lyapeshko, Z.P. Melnikova, A.F. Ravinski, N.P. Yarchak

*International council:*

A.A. Afonin (Russia), V.G. Bezrogov (Russia), F.Ya. Vasilyuk (Russia), Martin Grabe (Germany),  
V.A. Glavan (Moldova), V.V. Dzikusar (Russia), M.M. Gromov (Russia), Andrash Zoltan (Hungary),  
V.A. Nesterovski (Ukraine), Ezhy Nikitarovich (Poland), Anton Miranovich (Poland), B.V. Salikhov,  
V.G. Samoilenko (Ukraine), Stanislav Rudalf (Poland), Felix Chizhevski (Poland), Antani Yuyka (Poland),  
P.M. Yanchuk (Ukraine), Edvard Yarmokh (Poland)

*Editorial board:*

G.I. Zaimist (*the humanities and social sciences managerial editor*),

N.S. Stupen (*natural sciences managerial editor*),

V.V. Amelkin, S.V. Artyemenko, M.A. Bagdasarov, V.F. Bainev, V.U. Budkevich, A.M. Vabishchevich,  
I.Ya. Valitova, V.N. Vatyly, A.N. Vitchenko, P.A. Vadapyanov, A.A. Volchak, T.A. Garupa,  
A.A. Garbatski, A.M. Grigorovich, A.A. Guzhalovski, A.L. Gulevich, T.I. Dovnar, M.P. Zygar, G.A. Zoryn,  
V.I. Ivchankov, M.S. Kovalevich, T.A. Kovalchuk, C.S. Kirvel, U.L. Klyunya, P.P. Krus, V.V. Losev,  
A.A. Lukashanets, M.I. Levchuk, V.S. Manakhav, Y.F. Martynov, A.A. Makhnach, A.V. Matveev,  
U.A. Pletsukhov, Y.V. Radyno, S.V. Reshetnikov, D.G. Rotman, V.F. Rusetski, A.A. Savich,  
V.V. Saltanov, N.N. Sender, V.S. Sekerzhitski, V.A. Senkovets, E.V. Skakun, E.S. Slepovich,  
V.A. Stepanovich, V.I. Senkevich, N.N. Trush, L.R. Tsitarenka, A.V. Chichurin, I.A. Shved,  
Y.K. Yalovicheva, U.A. Yanchuk, Y.S. Yaskevich

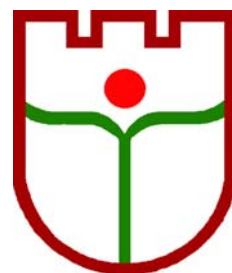
**Publishing house address:**

224665, Brest, Bulvar Kosmonavtov, 21

tel.: 21-72-07

e-mail [vesnik@brsu.brest.by](mailto:vesnik@brsu.brest.by)

# Вучоныя запіскі



Брэсцкага ўніверсітэта

ЗБОРНИК НАУКОВЫХ ПРАЦ

2015 • Вып. 11 • Ч. 2

## Змест

### МАТЭМАТЫКА

**Грицук Д.В.** Производная  $\pi$ -длина конечных  $\pi$ -разрешимых групп, у которых обобщенный коммутант  $\pi$ -холловой подгруппы нильпотентен..... 9

**Матысик О.В., Савчук В.Ф.** Неявный итерационный процесс решения некорректных задач с остановом по поправкам..... 15

### ФІЗІКА

**Секержицкий В.С.** Термодинамическое описание крайне вырожденного идеального релятивистского электронного газа в магнитном поле..... 22

### ХІМІЯ

**Ступень Н.С.** Модифицирующие добавки в магнезиальный цемент..... 30

### БІЯЛОГІЯ

**Гайдук В.Е., Блоцкая Е.С., Абрамова И.В.** Распространение, биотопическое распределение и численность рыбообразных в юго-западной Беларуси..... 38

**Климец Е.П., Мартысюк И.А.** История фенетико-географических исследований колорадского жука (*leptinotarsa decemlineata say*)..... 51

**Матусевич Н.М., Жигар М.П.** Отличительные особенности структуры черешков некоторых видов люпина..... 61

**Шкуратова Н.В., Зеркаль С.В.** Синтаксическая структура дендро- и бриофлоры мемориального комплекса «Брестская крепость-герой»..... 66

## НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

<b>Богдасаров М.А., Гречаник Н.Ф.</b> Геологическое строение и полезные ископаемые бассейна реки Ясельда .....	75
<b>Никитюк Д.В.</b> Особенности формирования Брестского регионального туристского кластера .....	87
<b>Волчек А.А., Образцов Л.В., Парфомук С.И.</b> Водные ресурсы Беларуси и их возможные изменения .....	96
<b>Рудько Г.И.</b> Научные и методологические основы биогеологии.....	104
<b>Токарчук О.В., Трофимчук Е.В.</b> Электронный эколого-гидрографический атлас Брестской области.....	121
<b>Шелест Т.А.</b> Выдающиеся дождевые паводки на реках Беларуси.....	130

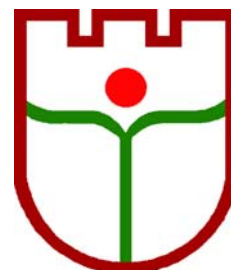
## ПАДЗЕІ

<b>Ленивко С.М.</b> К 80-летию Василия Емельяновича Гайдука .....	142
---	-----

---

---

# Proceedings



of Brest University

COLLECTION OF SCIENTIFI WORKS

---

---

2015 • Issue 11 • Part 2

---

## Contents

### MATHEMATICS

**Gritsuk D.V.** The Derived  $\pi$ -length of a  $\pi$ -solvable Group in which Generalized Derived Subgroup of a  $\pi$ -Hall Subgroup is Nilpotent ..... 9

**Matysik O.V., Savchuk V.F.** Implicit Iteration Process of Solving Ill-Posed Problem with Stopped the Amendment ..... 15

### PHYSICS

**Sekerzhitsky V.S.** The Thermodynamics Description of Extremely Degenerate Ideal Relativistic Electron Gas in Magnetic Field ..... 22

### CHEMISTRY

**Stupen N.S.** Modifying Additives in Magnesia Cement ..... 30

### BIOLOGY

**Gaiduk V.E., Blockaja E.S., Abramova I.V.** Dissemination, Habitat Distribution, Abundance Fichlike in the South-western Belarus ..... 38

**Klimetc E.P., Martysyuk I.A.** History Phenetics-Geographical Research Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa Decemlineata* Say) ..... 51

**Matusevich N.M., Zhigar M.P.** Features Structure Petioles Certain Lupin ..... 61

**Shkuratova N.V., Zerkal S.V.** Syntactic Structures of Dendroflora and Bryoflora of Memorial Complex «Brest Hero Fortress» ..... 66

## SCIENCES ON EARTH

<b>Bogdasarov M.A., Grechanic N.F.</b> Geological Structure and Mineral Resources of the Basin of the River Yaselda.....	75
<b>Nikityuk D.V.</b> Features of Formation of the Brest Regional Tourism Cluster .....	87
<b>Volhek A.A., Obraztsov L.V., Parfomuk S.I.</b> Water Resources of Belarus and Their Possible Changes .....	96
<b>Rudko G.I.</b> Scientific and Methodological Foundations of Biogeology .....	104
<b>Tokarchuk O.V., Trofimchuk E.V.</b> Electronic Ecological-Hydrographical Atlas of Brest Region .....	121
<b>Shelest T.A.</b> Outstanding Rainfall Floods on the Rivers of Belarus .....	130

## EVENTS

<b>Lenivko S.V.</b> To 80th Anniversary of Vasili Emel'yanovich Gaiduk .....	142
--	-----

---

---





УДК 556.166.2

**Т.А. Шелест**

*канд. геогр. наук, старший преподаватель каф. географии и природопользования  
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина*

## **ВЫДАЮЩИЕСЯ ДОЖДЕВЫЕ ПАВОДКИ НА РЕКАХ БЕЛАРУСИ**

*В статье рассмотрены условия и факторы формирования дождевых паводков на реках Беларуси. Описаны выдающиеся дождевые паводки, отмечаемые на реках страны за период инструментальных наблюдений, размер и масштабы причиненного ими ущерба. Проанализировано соотношение величин дождевых паводков и весенних половодий на реках страны.*

### **Введение**

Одним из самых опасных видов природных стихийных бедствий в мире стали наводнения. Они занимают первое место в ряду стихийных бедствий по повторяемости, охвату территорий и материальному ущербу. Несмотря на значительные капиталовложения в защитные мероприятия, ущербы от наводнений имеют тенденцию к росту. Основная причина этого – интенсивное освоение земель, для которых существует опасность наводнений, поскольку неосвоенных территорий хорошего качества практически не осталось.

На территории Беларуси также нередко отмечаются наводнения, которые формируются во время как весенних половодий, так и дождевых паводков. В средствах массовой информации и даже в научной литературе половодья, паводки и наводнения часто называются одним термином – «паводок», несмотря на то, что между этими явлениями имеются существенные отличия. Так, если половодья формируются ежегодно в один и тот же сезон (в условиях Беларуси весной) в результате снеготаяния и характеризуются, как правило, наибольшей водностью и длительным подъёмом уровня воды, то паводки не приурочены к какому-либо сезону, обычно более кратковременны, вызываются длительными и интенсивными дождями и ливнями (дождевые паводки), а зимой – таянием снега и льда на реках во время оттепелей, которое часто сопровождается выпадением осадков (зимние паводки). Наводнение – затопление территорий водой в результате подъёма уровня воды в реке или озере, которое причиняет материальный ущерб, наносит урон здоровью населения или приводит к гибели людей.

Цель настоящего исследования – анализ условий формирования выдающихся дождевых паводков, наблюдавшихся на реках Беларуси.

Для решения поставленной цели решались следующие задачи: оценить роль различных факторов в формировании дождевых паводков на реках страны; проанализировать условия формирования паводков в различные сезоны года; описать метеорологические условия формирования выдающихся дождевых паводков на реках Беларуси; проанализировать соотношение величин максимальных расходов воды дождевых паводков и весенних половодий.

### **Исходные данные и методика исследования**

Исходными данными для исследования послужили материалы наблюдений Управления гидрометеорологической деятельности (ранее – Департамент по гидрометеорологии) Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, а также литературные и фондовые материалы различных специализированных организаций.



Инструментальные наблюдения за водным режимом на реках Беларуси ведутся с конца XIX в. Большая часть ныне действующих гидрологических постов была открыта в 20–30-е гг. XX в., что позволяет с достаточной степенью достоверности использовать многолетние ряды и оценивать различные гидрологические характеристики. Наиболее продолжительные ряды данных наблюдений за паводочным стоком имеются для крупных рек: Западная Двина (Витебск, с 1877 г.), Неман (Гродно, с 1878 г.), Березина (Борисов и Бобруйск), Припять (Мозырь, с 1881 г.), Днепр (Орша, с 1882 г.).

На многих реках наблюдения начали вестись только в послевоенный период. Количество гидрологических постов от начала наблюдений до настоящего времени постоянно изменялось. Общее количество постов, действующих в разное время на реках Беларуси, по которым имеются данные по характеристикам дождевых паводков, превышает 300. Продолжительность наблюдений по ним составляет от 1 до 135 лет.

При выполнении исследования рассматривались следующие данные: максимальные расходы воды дождевых и зимних паводков; среднесуточные расходы воды; суточные атмосферные осадки; среднесуточные температуры воздуха; максимальные расходы воды весенних половодий; гидрографические характеристики водосборов рек. При этом использовались данные за период от начала инструментальных наблюдений на реках до 2010 г. Отдельно рассматривались наибольшие единичные паводки в теплый период года и наибольшие дождевые или снегодождевые паводки в холодный период года. Под наибольшим понимается дождевой паводок, имеющий наиболее значительный максимальный расход воды среди всех паводков данного года (периода года). При выделении наибольших в году дождевых паводков за начало паводка принималась дата, предшествующая заметному подъёму кривой на гидрографе. За окончание паводка принималась дата, соответствующая расходу воды на спаде паводка, равному предпаводочному. В тех случаях, когда все расходы воды на спаде паводка были значительно больше предпаводочного расхода, на гидрографе строилась «типовая» кривая спада паводка, или кривая истощения стока, соответствующая характеру спада при отсутствии осадков в этот период. За дату окончания паводка принималась дата, соответствующая предпаводочному расходу, снятому с типовой кривой спада. Такое выделение границ паводка по «методу превышения» является формальным, т.е. начало и окончание паводка часто принимается условно [1].

### **Основные результаты и их обсуждение**

Паводки на реках Беларуси бывают почти ежегодно и наблюдаются в разное время года. На дождевые паводки приходится в среднем 15–20% годового стока рек, в отдельные годы – 40% и более. Так, например, в 1988 г. на р. Уборть (д. Краснобережье, Лельчицкий р-н) объем дождевого паводка составил около 47% от годового стока, а в 1993 и 2007 гг. – около 38%. В 2005 г. на р. Березовка (д. Саутки, Шарковщинский р-н) объем паводка составил 42% от годового, на р. Улла (д. Бочейково, Бешенковичский р-н) – 33%.

В настоящее время еще нет общепринятых признаков и норм в отношении того, какие подъёмы воды следует считать паводками. При выборе и подсчетах паводков разными авторами принимаются разные подъёмы воды. В общем, к категории паводков относятся подъёмы воды в реках любой высоты (и большие, и малые). На реках с малыми амплитудами колебания уровней паводки, например, высотой 20 см, будут заметны, а на реках с большими амплитудами колебания уровней такие паводки могут и не приниматься во внимание. Нами в целях однородности анализа материала за паводок при-



нимались такие подъёмы воды, наибольшие расходы воды которых превышали среднегодовой расход данного года.

На рисунке 1 представлен типовой гидрограф рек Беларуси, который отражает общие черты внутригодового распределения стока.

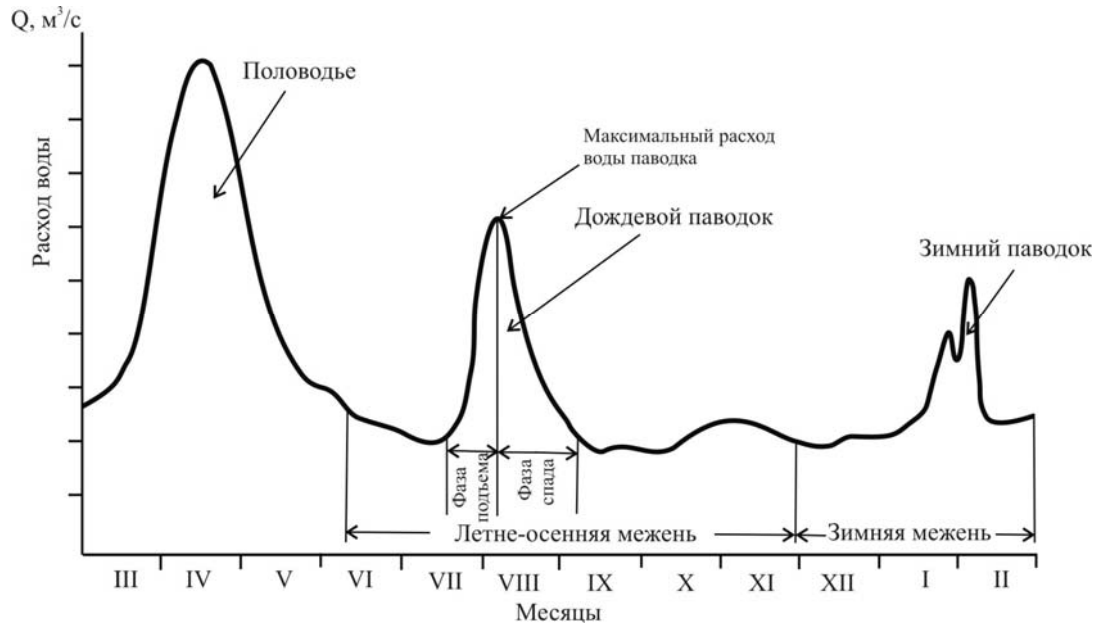


Рисунок 1. – Схема типового гидрографа рек Беларуси

### Факторы формирования паводочного стока

Формирование паводков на реках происходит под влиянием большого числа различных факторов, как природных, так и антропогенных, встречающихся в сложных сочетаниях, неповторимых во времени и индивидуальных в каждом бассейне. Поэтому четко выявить роль каждого из них путем анализа гидрометрического материала практически невозможно. Действие отдельных факторов на сток обусловлено совокупностью остальных, т.е. физико-географическими и гидрологическими особенностями водосборов. В разных природных условиях одни и те же факторы могут влиять по-разному на сток как по величине, так и по направлению.

Все факторы паводочного стока можно разделить на две основные группы: метеорологические и гидрографические (факторы подстилающей поверхности).

Размеры паводков определяются в первую очередь *метеорологическими факторами*, главную роль среди которых играют стокообразующие осадки и предшествовавшие им метеорологические условия, сформировавшие влагозапасы бассейна. Эти факторы являются зональными, т.к. величина их определяется географическими координатами бассейна. Они характеризуют водообмен бассейна с атмосферой – приход (осадки) и расход (испарение) влаги.

Большая часть паводкообразующих осадков на территории Беларуси связана с циклонами, приходящими с запада, которые зарождаются над Атлантическим океаном на арктическом и полярном фронтах. Из общего годового количества осадков (в среднем 600–700 мм в год) 70–75% выпадает в теплый период года (с апреля по октябрь). Дожди и ливни с точки зрения эффективности образования стока делят на три типа:



- 1) ливни – короткие и интенсивные дожди продолжительностью до 2–4 часов и средней интенсивностью ( $\geq 10\text{--}20$  мм/час);
- 2) ливневые дожди – продолжительностью от нескольких часов до нескольких суток со средней интенсивностью ( $\geq 2\text{--}10$  мм/час);
- 3) обложные дожди – продолжительностью как правило 3–5 суток и малой интенсивностью ( $< 2$  мм/час).

Ливни отличаются большой пестротой и локальностью распределения, охватывая одновременно, как правило, небольшие площади. Благодаря небольшой площади охвата и резкому убыванию интенсивности от центра к периферии ливни могут вызвать значительные паводки лишь на малых водосборах.

Формирование паводков на реках Беларуси обычно происходит в результате выпадения продолжительных ливневых или обложных дождей. При этом паводки от обложных дождей значительно уступают паводкам от ливневых дождей. Это связано с тем, что при слабых, хотя и продолжительных дождях почва в состоянии поглощать всю воду, и значительные паводки не образуются. Если дожди следуют друг за другом в течение нескольких дней, например, в случае прохождения серии циклонов, то каждый последующий дождь будет более эффективным с точки зрения формирования стока, так как насыщенность бассейна влагой постепенно повышается.

Количество осадков, необходимое для формирования паводка на реках, зависит от площади и увлажненности водосбора, продолжительности и интенсивности осадков. Начальные потери стока образуются в связи с расходами воды на заполнение неровностей поверхности водосбора, инфильтрацию, испарение. В условиях сухих грунтов и большого испарения быстро происходят потери воды, поэтому даже большое количество осадков не всегда приводит к формированию дождевого паводка. Данные наблюдений показывают, что есть случаи, когда осадки в количестве более 80 мм за сутки не вызывали паводка на реках. И наоборот, в дождливую осень осадки в количестве менее 10 мм обращались в сток с минимальными потерями. При одинаковом количестве осадков в одних случаях может сформироваться значительный паводок, в других – паводка может и не быть.

Условия формирования паводков различаются в разные сезоны года [2]. Так, весенние паводки формируются в условиях, когда сохраняется еще повышенная водность за счет весеннего половодья при насыщенных влагой почвогрунтах. В этом случае выпадение даже относительно небольшого количества осадков может вызвать большие паводки. Подъем воды при прохождении дождей на спаде половодья или сразу после его окончания начинается в первый же день выпадения осадков. Общее количество осадков, приводящее к формированию весенних паводков, как правило, невелико. Суточные максимумы составляют около 20–30 мм.

Формирование летних паводков происходит обычно в результате выпадения ливневых дождей в условиях достаточно высоких температур, когда сохраняется повышенное испарение; почва в состоянии поглотить значительное количество воды. Однако, несмотря на большие потери, летние паводки в Беларуси встречаются довольно часто, что связано с преобладанием летних осадков. Осадки с суточным максимумом более 50 мм чаще отмечаются в июле и августе (около 34 и 26% соответственно), несколько реже – в июне (около 20%). Иногда за сутки может выпасть месячная и даже 1,5–2 месячная норма осадков. Большие летние паводки на реках формируются в случае выпадения серии дождей или при продолжительном дождливом периоде. Осадков за время паводка может выпасть до 150–200 мм.



Осенние паводки (в отличие от летних) характеризуются меньшей высотой, но большей продолжительностью. Они возникают из-за частых обложных дождей. Вследствие преобладания пасмурной погоды при снижении температуры воздуха испарение уменьшается. Количество осадков, необходимое для формирования паводка, не велико. Осенние паводки обычно уступают летним и весенним по величине максимального расхода.

Зимние паводки формируются во время оттепелей, когда происходит таяние снежного покрова и разрушение льда, нередко сопровождающиеся выпадением дождей. Зимние паводки чаще отмечаются в западных и юго-западных районах Беларуси. Величина, интенсивность и продолжительность подъема воды в паводке зависят от запасов воды в снежном покрове, интенсивности таяния снега, состояния погоды, степени увлажненности и глубины промерзания почвы. Когда снежная, с частыми оттепелями зима сменяется дождливой весной, зимний паводок переходит в весеннее половодье, как это было в 1990, 1992, 2000 гг. в южных районах страны.

Помимо *метеорологических факторов* формирование паводков определяется также и *гидрографическими факторами* (подстилающая поверхность), которые определяют инфильтрацию и скорость добега воды по склонам и русловой сети (т.е. время формирования паводка) [3]. Среди гидрографических факторов можно выделить азональные (морфометрические: площадь водосбора, длина реки) и интразональные. Интразональные факторы, в свою очередь, можно разделить на две группы: факторы склонового и руслового стока. К первым относятся залесенность, заболоченность, карст и др., способные повлиять на продолжительность и слой притока воды со склонов в русловую сеть. Среди факторов руслового стока следует прежде всего выделить озера, водохранилища и пруды, которые осуществляют трансформацию максимальных расходов за счет регулирующей призмы.

### **Условия формирования выдающихся дождевых паводков**

Наиболее выдающиеся дождевые паводки на реках страны отмечались осенью 1974 г. (бассейн Западного Буга и верховья Припяти), весной 1975 г. (бассейн Припяти), летом 1993 и 1998 (бассейн Припяти) и 2007 гг. (реки Брестской области).

Один из катастрофических осенних паводков был в 1974 г. (рисунок 2). Формированию его способствовала следующая метеорологическая обстановка [4; 5]. В конце сентября и в октябре над Беларусью прошла серия циклонов. Начиная с третьей декады сентября, в течение октября, а также в первой декаде ноября выпало значительное количество осадков. Только за октябрь в ряде пунктов Брестской области выпало от 3 до 6,5 месячных норм осадков, интенсивность ливней 30–31 октября достигала 48 мм в сутки. Осадки, выпавшие за пять декад осеннего периода, составили 30% годовой суммы. Выпавшие осадки в конце сентября значительно увеличили запас общей влаги в почво-грунтах и повысили уровень грунтовых вод. Влагозапасы в пониженных местах достигали полной влагоемкости. Все это привело к задержке инфильтрации выпавших осадков, застаиванию воды на бессточных участках и увеличению стока дождевых вод в русла рек. В результате ряд дождевых паводков, последовательно наложившись друг на друга, образовали один общий подъем. Особенно значительными были паводки на реках Брестской области. На реках Мухавец и Горынь вода поднялась на 2,8 м. В условиях насыщения почвогрунтов до полной влагоемкости и застоя воды на поверхности, подъема и выхода грунтовых вод над поверхностью земли и разлива речных вод произошло слияние дождевых и речных вод, вызвавших образование большого



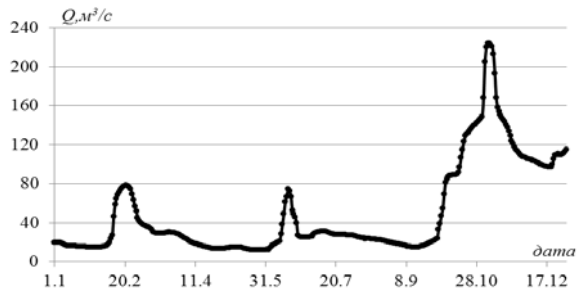
паводка, перешедшего в наводнение. Поймы рек подверглись почти четырехмесячному затоплению. В некоторых местах вода стояла до середины лета следующего года.

Весенний дождевой паводок 1975 г. в бассейне Припяти развивался стремительно (рисунок 2). На малых реках (Сколодина, Меречанка, Неслуха, Словечна) продолжительность подъема воды составила 1–4 дня. Также был резкий и спад. Формированию паводка предшествовала дождливая осень, теплая зима с близким к норме количеством осадков с частыми оттепелями, ранняя и теплая весна. Высшие уровни весеннего половодья были низкими, а на многих реках Полесья весеннее половодье вообще не наблюдалось и до начала апреля удерживались низкие уровни зимней межени. Значительные осадки с суточными максимумами до 40 мм, выпавшие в последней пятидневке марта и в апреле, вызвали подъёмы уровня воды на реках и сформировали большой паводок. В июле 1975 г. на многих реках Полесья наблюдался еще один паводок, который по своим размерам на некоторых реках (Чертедь, Словечна, Сколодина, Меречанка, Оресса) приближался или практически равен весеннему. На остальных реках июньский паводок был заметно меньше весеннего, хотя по величине своего максимального расхода сопоставим с паводками высокой обеспеченности.

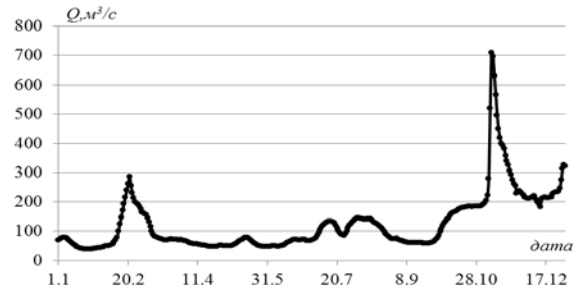
Формированию летнего паводка 1993 г. (рисунок 2) способствовало выпадение экстремального количества осадков [5–7]. В июле 1993 г. осадков выпало 1,5–2, а на юге страны 2,5–3 месячные нормы. И лишь на западе и юго-востоке осадков выпало в пределах нормы. Особенно дождливыми были вторая декада июля на территории Слуцкого и Любанского районов Минской области и третья декада в Столинском районе Брестской области. Здесь декадные суммы осадков превысили норму в 5–6 раз. В Житковичском и Столинском районах повышенное количество осадков выпало и в июне (около 1,5–2 месячных норм), а в июле осадки наблюдались в виде ливней редкой повторяемости. Суточный максимум 23 июля в Житковичском районе составил 57 мм, а в Столинском 115 мм. За сутки 24 июля на территории Столинского района выпало 67 мм осадков.

Лето было холодное. Водность рек, которая была низкой к началу летнего периода в результате выпадения частых и обильных дождей увеличилась и достигла средних многолетних значений, а в бассейне Припяти значительно превысила ее. Интенсивность подъема воды в сутки в середине июля составила 30–60 см. На условия формирования дождевого паводка оказали влияние и большие суммы осадков, выпавшие в Житомирской и Ровенской областях Украины. Начало подъема уровней воды на Припяти и её притоках отмечено 12–15 июля, а 23 и 24 июля осадки достигали опасных значений (70–120 мм), что привело к затоплению больших территорий. Выход воды на пойму произошел на реках Уборть (22 июля), Случь и Птичь (25 июля), Горынь (26 июля), Припять у д. Черничи (8–11 августа), а у г. Мозыря – 16–17 августа. Максимальные уровни дождевого паводка на малых реках сформировались уже 28–30 июля, на Горыни – 31 июля, а на Припяти – в середине августа. Наиболее высокие паводки сформировались на малых водотоках Столинского района и в бассейнах рек Горынь и Ствига. Превышение максимальных уровней паводка над меженными для Припяти составило около 3 м, на Горыни – 3,4 м, на малых водотоках 2,0–2,5 м.

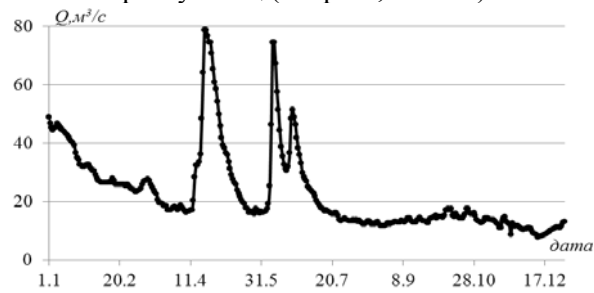
1998 г. характеризовался обильными осадками на протяжении всего года, в результате чего на многих реках страны формировались дождевые паводки с выходом воды на пойму, наибольшие отмечены в бассейне Припяти (рисунок 2).



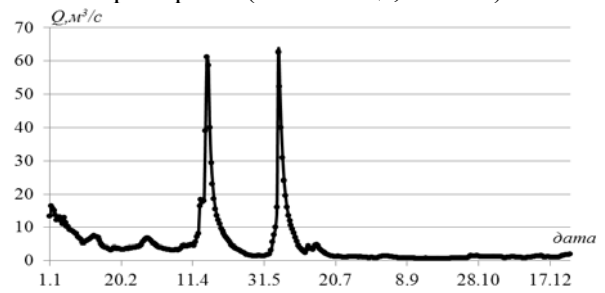
р. Мухавец (г. Брест, 1974 г.)



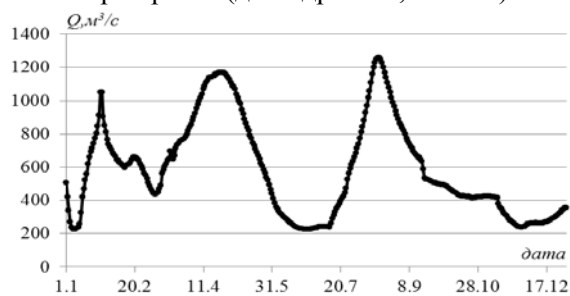
р. Горынь (г.п. Речица, 1974 г.)



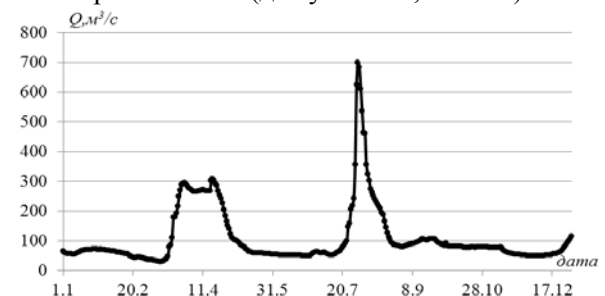
р. Оресса (д. Андреевка, 1975 г.)



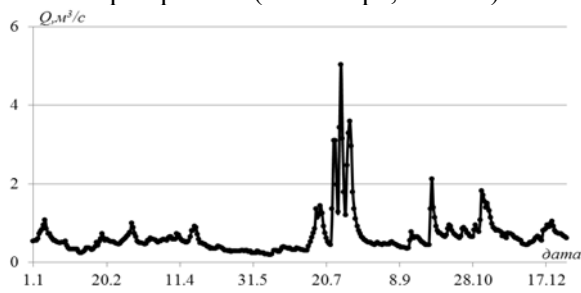
р. Словечна (д. Кузьмичи, 1975 г.)



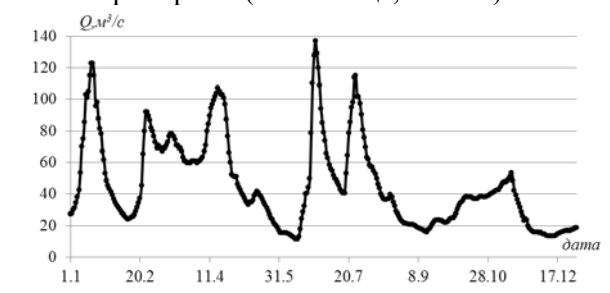
р. Припять (г. Мозырь, 1993 г.)



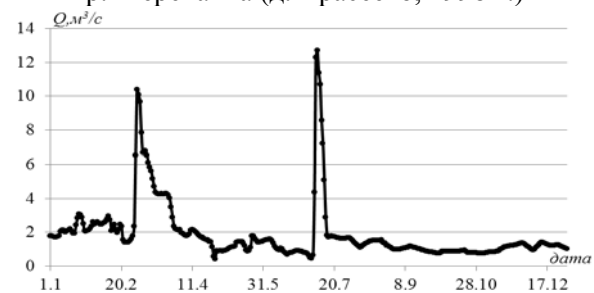
р. Горынь (г.п. Речица, 1993 г.)



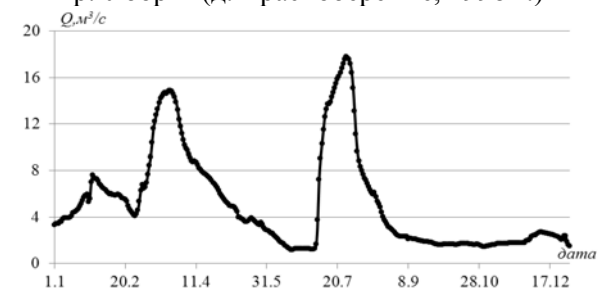
р. Меречанка (д. Красеево, 1998 г.)



р. Уборць (д. Красноебережье, 1998 г.)



р. Неслуха (д. Рудск, 2007 г.)



р. Цна (д. Дятловичи, 2007 г.)

Рисунок 2. – Гидрографы дождевых паводков рек Беларуси



В течение июня и июля на юге страны выпадали продолжительные и сильные дожди. Суточные максимумы осадков составили до 60 мм. Осадки выпадали на протяжении длительного периода, и каждый последующий дождь был более эффективным с точки зрения формирования стока, чем предыдущий.

Начавшиеся в июне дождевые паводки в бассейне Припяти вызвали максимальные уровни воды в конце июля на притоках, на самой Припяти – в середине августа. Повсеместно вода из русел вышла на пойму. Спад уровня воды начался во второй половине августа и продолжался до конца сентября. На большинстве рек вода вошла в русло и лишь на Припяти (Житковичский р-н), в нижнем течении рек Ясельда и Птичь вода оставалась на пойме. Прошедшие в конце сентября и начале октября ливневые дожди вновь вызвали подъём уровней воды на большинстве рек, а в Припятском районе снова отмечен выход воды на пойму [5].

Значительный паводок был в июле 2007 г. на реках Брестской области (рисунок 2). Причиной его послужили катастрофические осадки в первой декаде июля, поддержанные серией менее обильных, но выпадающих на переувлажненную почву дождей. За три дня (5–7 июля) в большинстве районов области выпало от 80 до 200 мм осадков (почти треть годовой нормы), а за 20 дней – 224 мм. Суточные максимумы осадков составили 50–80 мм. Обеспеченность осадков первой декады июля составила 1–2% и менее. Так, на Полесской станции 5 и 6 июля зарегистрирован абсолютный максимум количества осадков за сутки (81,2 мм и 86,3 мм) за весь период наблюдений. На метеостанции «Ганцевичи» максимальное количество осадков за сутки составило 106 мм.

К моменту выпадения осадков ситуация определялась предыдущим засушливым периодом, в результате которого уровни грунтовых вод находились на глубине 110–140 см и аккумулярующая емкость почвы была способна поглотить до 100 мм воды (исключение – Ивацевичский р-н, где в июне выпала полуторная норма осадков). Однако скорость инфильтрации осадков в почву замедлялась в связи с заземлением почвенного воздуха и слабой смачиваемостью верхнего сухого слоя торфа, в результате чего быстро образовался поверхностный сток и произошло затопление бессточных понижений на полях.

После промачивания торфа на большинстве территорий поверхностные воды ушли на подъём грунтовых вод. За 3–5 дней после выпадения дождей уровни грунтовых вод достигли в низовьях мелиоративных систем поверхности почвы. Выпавшие экстремальные суммы осадков способствовали росту уровней воды на реках и привели к длительному почвенному переувлажнению. На Горыни за несколько суток вода поднялась более чем на 2 м. Вследствие дискретности выпадения осадков и продвижением паводочной волны время наступления пика паводков на разных участках рек было различно.

### **Ущерб от паводков**

Паводки нередко приносят бедствия в виде разрушения сооружений, затопления населенных пунктов, промышленных объектов и сельскохозяйственных угодий, приводят к человеческим жертвам. При этом размеры ущерба от паводков зависят от многих факторов: высоты и продолжительности стояния опасных уровней, площади затопления, быстроты подъема воды, своевременности принятия мер защиты.

Наиболее паводкоопасным регионом Беларуси является ее южная часть – Белорусское Полесье, что связано с особенностями строения данной территории. Территория Полесья представляет собой плоскую аллювиальную низину с чередованием от-





дельных гряд и обширных понижений. Долины рек широкие, неясно выраженные, с обширными низкими поймами, пологими склонами, незаметно переходящими в водораздельные пространства. Небольшие высоты местности (100–130 м), близкое залегание грунтовых вод и, как следствие, наличие заболоченных пространств, перенасыщенных влагой, а также отсутствие оттока воды из бессточных углублений в связи с малыми уклонами территории создают благоприятные условия для застоя воды. Поэтому паводки здесь наиболее опасны.

От паводка 1974 г. прямой ущерб в Полесской зоне составил 173 млн руб. в ценах 1991 г. [7]. В результате паводка под водой оказались 400 тыс. га земель, было повреждено и выведено из строя 640 км линий электропередач, без электроэнергии на длительный период остались 674 населенных пункта, 453 животноводческие фермы, было разрушено 246 км автомобильных дорог, затоплено 2 558 домов.

Значительный ущерб принёс летний паводок 1993 г. В зоне затоплений оказались более 10 тыс. домов, в которых проживали 40 тыс. человек, около 200 тыс. га посевов зерновых, более 30 тыс. га посевов картофеля и других культур, повреждено более 200 км автомобильных дорог, 10 мостов, 150 участков линий электропередач, были обесточены 400 населённых пунктов и 160 животноводческих ферм. Экономический ущерб в результате паводка (без учета экологического ущерба и затрат на нормализацию санитарно-эпидемиологической обстановки) в пострадавших районах составил более 200 млрд руб. в ценах 1993 г. [7].

Большой ущерб нанесен сельскому хозяйству и паводком 2007 г. Были затоплены посевы многих культур. Площадь погибших посевов составила почти 56 тыс. га. Особенно пострадали посевы ячменя, кукурузы, озимой ржи и тритикале, многолетних трав. Полегли посевы зерновых и зернобобовых культур. Стоимость ущерба, нанесенного сельскому хозяйству, составила около 41 млрд руб.

Пострадали также и личные хозяйства жителей, особенно посевы картофеля, овощей. Здесь стоимость ущерба составила 35 млн руб. Недобор в области составил около 290 тыс. т зерна, 25 тыс. т картофеля, 100 тыс. т сахарной свеклы, 700 тыс. т зеленой массы кукурузы.

Ущерб от дождевых паводков растёт, что связано прежде всего с повышением хозяйственной ценности пойменных территорий из-за развития мелиоративных мероприятий, населенных пунктов, транспортной и коммуникационной инфраструктуры.

#### **Соотношение величин дождевых паводков и весенних половодий**

В связи с тем, что на реках Беларуси развиты и половодья, и паводки, большое научное и практическое значение приобретает вопрос о соотношении между ними. Для оценки соотношения величин максимальных расходов воды дождевых паводков и весенних половодий на реках Беларуси рассчитан коэффициент  $\alpha$  как отношение ежегодных максимальных расходов воды дождевых паводков ( $Q_{д.пав.}$ ) и весенних половодий ( $Q_{в.пол.}$ ), а именно:  $\alpha = Q_{д.пав.} / Q_{в.пол.}$ .

В таблице представлены наибольшие наблюдаемые максимальные расходы воды дождевых паводков ( $Q_{д.пав.}$ ) и весенних половодий ( $Q_{в.пол.}$ ) за период инструментальных наблюдений на некоторых реках Беларуси, а также максимальные расходы воды 5%-й обеспеченности.



Таблица. – Соотношение величин максимальных расходов воды дождевых паводков и весенних половодий на реках Беларуси

Река – створ	Число лет наблюдений	Максимальные расходы воды, м <sup>3</sup> /сек					
		Наибольший наблюдаемый			5%-й		
		$Q_{д.пав.}$	$Q_{в.пол.}$	$\alpha$	$Q_{д.пав.}$	$Q_{в.пол.}$	$\alpha_{5\%}$
Зап. Двина – г. Витебск	134	1 490	3 320	0,45	1 150	2 460	0,47
Улла – д. Бочейково	82	150	392	0,38	123	271	0,45
Полота – д. Янково	84	48	73,7	0,65	22,4	47,3	0,47
Нача – д. Нача	84	12,0	47,1	0,25	8,84	32,3	0,27
Дисна – п.г.т. Шарковщина	66	285	588	0,48	221	481	0,46
Неман – г. Гродно	133	723	3 410	0,21	580	1 740	0,33
Неман – г. Столбцы	89	145	652	0,22	100	490	0,20
Вилия – д. Михалишки	65	290	1 570	0,18	224	1 040	0,22
Котра – Сахкомбинат	65	87,8	278	0,32	42,3	141	0,30
Нарочь – д. Нарочь	66	76,4	266	0,29	53,8	200	0,27
Копаяювка – д. Черск	62	19,1	20,7	0,92	8,12	19,1	0,43
Лесная – г. Каменец	65	63,4	201	0,32	39,3	134	0,29
Рыта – д. Мал. Радваничи	59	68,4	82,3	0,83	25,2	48,4	0,52
Днепр – г. Орша	129	713	2 000	0,36	493	1 550	0,32
Днепр – г. Могилев	80	733	2 360	0,31	494	1 630	0,30
Днепр – г. Жлобин	75	1 020	2 820	0,36	677	2 040	0,33
Днепр – г. Речица	116	1 230	4 970	0,25	801	4 170	0,19
Ухлясть – д. Радьков	81	22,5	96,4	0,23	15,9	49,9	0,32
Березина – г. Борисов	130	192	460	0,42	91,9	337	0,27
Березина – г. Бобруйск	130	499	2 430	0,21	321	1 440	0,22
Сож – г. Славгород	114	719	4 740	0,15	452	3 740	0,12
Сож – г. Гомель	111	1 020	6 600	0,15	498	5 060	0,10
Жадунька – г. Костюковичи	65	37,9	112	0,34	24,5	93,9	0,26
Беседь – д. Светиловичи	82	443	1 330	0,33	166	952	0,17
Проня – д. Летяги	75	351	986	0,36	217	947	0,23
Уза – д. Прибор	83	44,6	178	0,25	20,6	103	0,20
Припять – г. Мозырь	130	1 770	7 500	0,24	905	4 240	0,21
Припять – д. Черниччи	80	1 150	3 990	0,29	718	3 150	0,23
Птичь – д. Лучицы	116	212	800	0,27	159	578	0,28
Оресса – д. Андреевка	85	78,8	301	0,26	63,5	191	0,33
Горынь – д. Мал. Викоровичи	89	1 150	2 910	0,40	766	1 880	0,41
Ясельда – д. Сенин	66	120	575	0,21	75,1	188	0,40
Уборть – д. Краснобережье	85	409	655	0,62	282	501	0,56

Анализ таблицы показывает, что на всех реках страны наибольшие выявленные, а также расчетные максимальные расходы воды дождевых паводков 5%-й обеспеченности примерно в 3–4 раза ниже наибольших расходов воды весенних половодий. Однако случаи превышения половодий дождевыми паводками в отдельные годы нередки и отмечаются на всех реках страны.

Превышение паводков над половодьями в бассейне Зап. Двины и Немана происходит примерно в 10% случаев, особенно часто – в бассейне Вилии, сток которой существенно преобразован в результате ввода в эксплуатацию в 1976 г. Вилейско-Минской водной системы, предусматривающей переброску воды из р. Вилия в р. Свислочь.



На востоке страны, в бассейне Днепра, превышение максимальных расходов воды дождевых паводков над максимумами весенних половодий наблюдается крайне редко – лишь в 6% случаев, особенно редко на левобережных притоках, где на некоторых из них (реки Сож, Остер, Беседь, Жадунька) отмечен единичный случай превышения (1974 г.).

Превышение половодий паводками в бассейне Припяти происходит чаще, чем на других водосборах страны – в среднем в 16% случаев. Особенно часто это наблюдается на реках Ясельда, Лань, сток которых зарегулирован водохранилищами (Селец, Локтыши). На реках бассейна Зап. Буга дождевые паводки превысили половодья или были примерно равны им в 18% случаев.

Превышение половодий дождевыми паводками происходит как при очень высоких паводках (как это было в 1952 и 1974 гг. на многих реках страны, и в 1975, 1993, 1998 гг. в бассейне Припяти), так и при невысоких паводках, но в условиях невысоких половодий (1990, 1997 гг.). Так, дождевые паводки 1982 и 1988 гг. на р. Цна (д. Дятловичи) равны по величине максимального расхода. Однако в 1988 г. дождевой паводок превзошел половодье, а в 1982 г. половодье было выше паводка. Это обусловлено разной величиной половодья: в 1982 г. оно соответствовало обеспеченности 23%, а в 1988 г. – лишь 74%.

Выполненные исследования показали, что максимальные расходы воды высоких весенних половодий не могут быть превышены дождевыми паводками. Причина этого – различная природа их формирования. Так, весенние половодья формируются в результате таяния снега, который накапливался всю зиму. Благоприятными факторами для формирования высоких весенних половодий являются: выпадение снега на хорошо увлажненные почвогрунты, глубокая промерзаемость их в течение зимы, большие запасы воды в снеге к началу снеготаяния, дружное и интенсивное снеготаяние, отсутствие оттепелей, выпадение жидких осадков во время снеготаяния и др. При благоприятном сочетании всех этих факторов на реках формируются высокие весенние половодья. Дождевые же паводки формируются в результате выпадения дождей. И даже при самом благоприятном сочетании факторов формирования высокого дождевого стока (высокое предшествующее увлажнение, большая интенсивность и продолжительность осадков, большая площадь одновременного охвата дождем и др.) дождевые паводки на реках не могут достигать таких масштабов, как весенние половодья. Поэтому можно утверждать: чем больше величина весенних половодий, тем меньше вероятность того, что они будут превышены дождевыми паводками, а наиболее высокие половодья не могут быть превышены самыми большими дождевыми паводками. Однако в последние десятилетия в результате потепления климата частота оттепелей увеличилась, что явилось одной из причин снижения максимумов половодий практически на всех реках страны. Увеличилась также и частота превышения максимальных расходов воды половодий дождевыми паводками.

Формирование годовых максимумов во время дождевых паводков чаще происходит на небольших реках. На больших реках максимальные расходы воды высоких дождевых паводков могут превышать лишь максимумы невысоких половодий. Это обусловлено тем, что подьёмы воды на больших реках во многом зависят от подьёмов воды на притоках. А снеготаяние охватывает обычно большие площади и подьём воды начинается на всех реках одновременно, в результате чего на больших реках половодья могут достигать значительной величины. Дождевые же паводки редко охватывают огромные территории, так как имеет место редукция дождя с увеличением площади



бассейна. И формирование высоких паводков на больших реках, сопоставимых по величине с половодьями редкой обеспеченности, не возможно.

### Заклучение

Формирование высоких дождевых паводков на реках Беларуси может наблюдаться во все сезоны года. Наиболее благоприятные условия для формирования дождевых паводков наблюдаются после весеннего снеготаяния, когда почва увлажнена до состояния наименьшей влагоемкости и выпадение относительно небольшого количества осадков может вызвать большие паводки. Летом, когда почва иссушается испарением и транспирацией и способна интенсивно поглощать воду, формирование больших паводков происходит в случае выпадения серии дождей или при продолжительном дождливом периоде. Осенью вследствие уменьшения испарения в условиях пониженной инфильтрационной способности дождевые паводки обычно формируются в результате выпадения частых обложных дождей.

Анализ метеорологических условий формирования наиболее выдающихся дождевых паводков на реках страны показал, что образование их происходит при выпадении значительного количества осадков на большой площади территории на протяжении достаточно длительного периода, часто в условиях повышенной увлажненности предшествующего периода.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. – Ч. 1, 2. Основные гидрологические характеристики. – Л. : Гидрометеиздат, 1966. – 720 с.
2. Логинов, В. Ф. Анализ и моделирование гидрографов дождевых паводков рек Беларуси / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, Т. А. Шелест // Водные ресурсы. – 2015. – Т. 42, № 3. – С. 268–278.
3. Волчек, А. А. Влияние гидрографических факторов на величину дождевых паводков рек Беларуси / А. А. Волчек, Т. А. Шелест // Мелиорация. – 2010. – № 1 (63). – С. 36–48.
4. Нежиховский, Р. А. Наводнения на реках и озерах / Р. А. Нежиховский. – Л. : Гидрометеиздат, 1988. – 184 с.
5. Волчек, А. А. Водные ресурсы Брестской области / А. А. Волчек, М. Ю. Калинин. – Минск : Изд. центр БГУ, 2002. – 440 с.
6. Стихийные гидрометеорологические явления на территории Беларуси : справочник / Мин-во природных ресурсов и охраны окр. среды Респ. Беларусь / под общ. ред. М. А. Гольберга. – Минск : Белорус. науч.-исслед. центр «Экология», 2002. – 132 с.
7. Азява, Г. В. Защита от паводковых наводнений в Белорусском Полесье. Состояние и перспектива / Г. В. Азява, В. В. Аземша // Белорусское Полесье : сб. науч.-практ. ст. – Пинск : Фонд «Белорусское Полесье», 2001. – Вып. 1. – С. 49–51.

Рукапіс пасткпіў у рэдакцыю 18.09.2015

### ***Shelest T.A. Outstanding Rainfall Floods on the Rivers of Belarus***

*The article deals the conditions and factors of formation of rainfall floods on the rivers of Belarus. Outstanding rainfall floods, observed on the rivers of the country over the period of instrumental observations, the size and scale of the damage caused have been described. Assessment of a ratio of size of the maximum discharges of rainfall floods water and spring high waters of the rivers in the country has been given.*