

5. Болотнов, В.П. Комплексный показатель воздействия весенних половодий на экосистемы речных пойм // В. П. Болотнов / География и природные ресурсы: – 2006. – № 3. – С 126–131.

6. Крицкий, С.Н. О применении метода наибольшего правдоподобия к выборочной оценке статистических параметров речного стока/ С.Н. Крицкий, М.Ф. Менкель // Известия Академии наук СССР. ОТН., 1949. – № 4. – С. 919–940.

7. Крицкий, С.Н. Расчет многолетнего регулирования стока на основе теории вероятностей / С.Н. Крицкий, М.Ф. Менкель // Тр. ВИСУ. Гидротехнический сборник. 1932. – № 4. – С. 7–32.

8. Волчек, А.А. Учет разовых гидрометрических измерений при определении основных гидрологических характеристик и параметров русла / А.А. Волчек, Н.Н. Шешко // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2011. – № 2(68): Водохозяйственное строительство и теплотехника. – С. 7–13.

УДК 551.5(476)

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МЕТЕЛЕЙ И СНЕГОПАДА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

**Волчек А.А., Шпока И.Н., Шпока Д.А.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [volchak@tut.by](mailto:volchak@tut.by), [irinashpoka@rambler.ru](mailto:irinashpoka@rambler.ru)

*In the article the change in the number of days with blizzards and snow in Belarus and peculiarities of their formation in the period from 1975 to 2012 Blizzards and snowfalls have a large temporal and spatial variability. Standard statistical methods allowed to identify temporal regularities in the formation of these phenomena. Spatial variability characteristics of blizzards and snow in Belarus was assessed using mapping.*

### **Введение**

Метели – перенос снега над поверхностью земли ветром достаточной силы [1]. Метель становится опасным метеорологическим явлением, когда скорость ветра усиливается до 15 м/с и более, имеет продолжительность не менее 12 часов.

Чаще всего метели возникают при перемещении циклонов и ложбин с запада на восток (приблизительно 50% от их общего числа). С перемещением циклонов с северо-запада и севера на юг связано около 25% метелей и приблизительно такое же количество – с выходом южных циклонов к северу. Наиболее продолжительные метели наблюдаются на периферии мощного стационарного антициклона [2].

Сильный снегопад – продолжительное интенсивное выпадение снега из облаков, приводящее к значительному ухудшению видимости и затруднению движения транспорта [1].

Нередко метели и снегопады становятся опасным метеорологическим явлением. Так, 25.03.2008 г. часть Беларуси находилась под влиянием «южного» циклона, располагавшегося над Гомельской областью. Атмосферные фронты с волнами проходили по центральным и восточным районам страны. В результате чего наблюдались сильные снегопады по Брестской, Гродненской, Минской и Витебской областям. Выпало от 7 до 14 см осадков, прирост снега за сутки составил до 10-16 см, на метеостанции Верхнедвинск выпало 23 мм осадков – прирост снега за сутки составил 27 см. В результате сильного снега нанесен ущерб ряду хозяйств республики. В д. Вышнарowo (Верхнедвинский район) обрушилась крыша телятника, повреждено 500 листов шифера, отмечались сбои в работе общественного транспорта. В Верхнедвинском районе были обесточены 23 населенных пункта, повреждены 5 линий электропередач, 34 КТП.

## **Исходные данные и методы исследования**

Основными исходными материалами при исследовании пространственно-временной структуры количества дней с метелями на территории Беларуси послужили данные по метеостанциям за период с 1975 по 2013 гг., опубликованных в государственном кадастре ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды», при исследовании сильного снегопада – статистические материалы сборника «Стихийные гидрометеорологические явления на территории Беларуси»

Стандартные статистические методы использовались для исследования пространственно-временных колебаний количества дней с метелями и снегопадами. С помощью картирования оценивалась пространственная изменчивость. Для оценки влияния современного потепления климата на количество дней с явлениями исходные данные были разбиты на 3 периода: 1975-1987 гг., 1988-1999, 2000-2013 гг. В Беларуси с 1988 г. наблюдается рост средней годовой температуры воздуха [4]. В 1988 г. средняя годовая температура воздуха была выше средних многолетних температур на 0,3 – 0,9°C. Средняя годовая температура воздуха в 1989 г. была на 2 – 2,5 °C теплее обычного, а для северо-востока Витебской области – почти на 3 °C выше средних многолетних температур и составляла от 7 °C тепла на крайнем востоке и до 9 – 9,5 °C на крайнем юго-западе Беларуси.

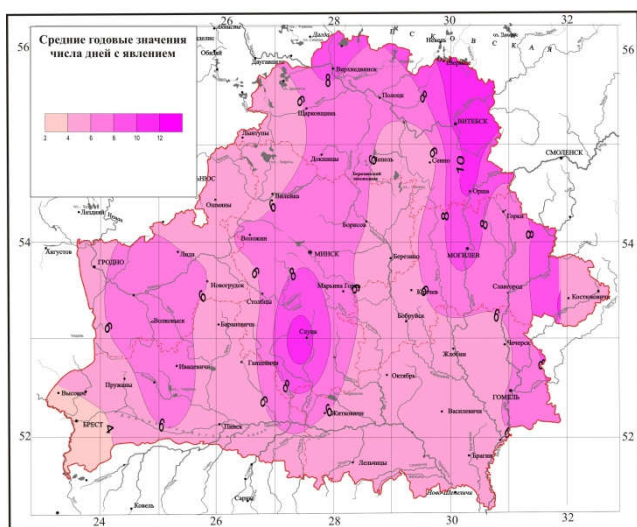
## **Обсуждение результатов**

Наиболее благоприятные условия для развития метелей создаются в районах, где циклон приближается к продолжающему еще усиливаться антициклону или отрогу.

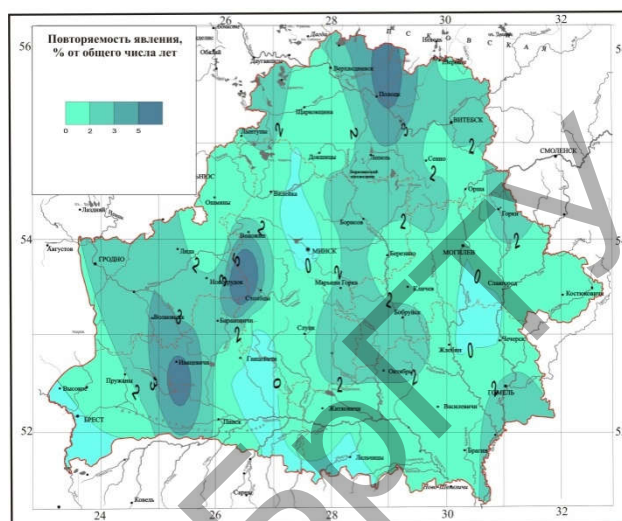
Пространственное распределение как метелей, так и сильного снегопада имеет долготный характер (рисунок 1-2). Метели чаще всего проходят по северу и северо-востоку, а также в центральной части республики (около 10 и более дней), несколько реже отмечаются по югу республики (около 4-6 дней). Наибольшее число дней с метелями наблюдается на Новогрудской и Минской возвышенностях, Копыльской гряде. Сильный снегопад чаще отмечается в западной части страны, особенно на Новогрудской возвышенности, и на севере, реже – на юге в районе Брестского, Припятского и Мозырского Полесья.

На одну метеостанцию почти за 40-летний период наблюдений приходится около 6 дней с метелью. Среднее количество дней с метелями в период с 1975 по 1987 гг. составляло 11 дней, что статистически значительно различается по сравнению со следующими двумя периодами и составляет около 3,3 и 3,6 дней, соответственно. Таким образом, практически на всех метеостанциях отмечается существенное уменьшение для рассматриваемых периодов (таблица 1). Например, на метеостанции Езерище с 1976 по 1987 гг. отмечалось около 19 дней с метелью, то в 1988 – 1999 гг. – около 6 дней, а с 2000 по 2012 гг. – около 3 дней, на метеостанции Витебск – около 12, 9 и 8 дней с метелями соответственно, на метеостанции Могилев – около 20 дней, 3 и 2 дней соответственно. В то же время на отдельных станциях отмечается незначительное увеличение количества дней с метелями. Например, на метеостанции Верхнедвинск – около 15 дней, 6 и 7 дней соответственно, на метеостанции Орша – около 11, 9 и 12 соответственно, на метеостанции Бобруйск с 1976 по 1987 гг. регистрировалось около 10 дней, с 1988 по 1999 гг. – около 2 дней, с 2000 по 2012 гг. – около 6 дней (таблица). Это может быть связано с географическим положением стан-

ций и особенностями подстилающей поверхности. Коэффициент вариации ( $C_v$ ) составляет 1,0, он колеблется по территории от 1,5 на метеостанции Брест до 0,6 в Витебске, Орше, Слуцке, Костюковичах, что говорит о значительном отклонении от средней величины числа дней с метелями.



**Рисунок 1** – Среднее годовое количество дней с метелями по метеостанциям



**Рисунок 2** – Распределение сильного снегопада, % лет

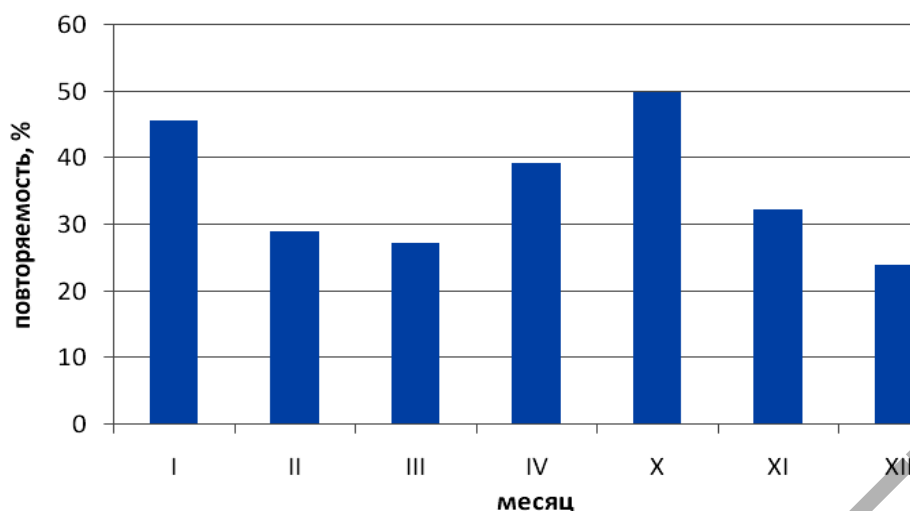
Сильный снегопад отмечается в среднем 1 раз в 10 лет по всей территории республики. Чаще всего в Витебской области (1 раз в 6 лет), в Гродненской области – 1 раз в 8–9 лет. В Гомельской области – в среднем 1 раз в 12 лет отмечается сильный снегопад. В Минской, Могилевской и Брестской областях сильные снегопады – явление достаточно редкое, отмечается в среднем 1 раз в 17–18 лет. В Минской области (в Борисове, Марьиной Горке и Слуцке) и Могилевской области (в Горках, Бобруйске) сильный снегопад отмечался только 1 раз за последние 35 лет. В Брестской области только в Пружанах сильный снегопад отмечался в 2 годах из 35 лет обобщения.

Метели, как правило, наблюдаются с декабря по февраль, иногда метели могут наблюдаться как весной, так и осенью. В холодный период (декабрь – февраль) метели отмечаются на севере, востоке и в центральной части Беларуси, наблюдаются в 6–8 % дней, в теплый период (март–ноябрь) – на севере в 3 % дней на северо-востоке и востоке, на остальной территории Беларуси – в 1–2 % дней. Подобная тенденция связана с потеплением климата, которое на территории Беларуси наблюдается с 1988 г.

Как и метели, сильные снегопады отмечаются в холодное время года с ноября по март, в отдельные годы сильный снегопад наблюдается в апреле и октябре (рисунок 3). В октябре сильный снегопад отмечается в Могилевской области в 50% от общего числа дней, в ноябре сильный снегопад отмечается в Могилевской, Гомельской и Витебской областях (50, 33 и 14% от общего числа дней с явлением соответственно), в декабре – в Гомельской и Витебской областях. В январе сильный снегопад наблюдается в Минской, Брестской и Гродненской областях. В феврале сильные снегопады отмечаются только в Витебской области в 29% от общего числа дней с явлением. В Гродненской, Гомельской и Витебской областях отмечаются сильные снегопады в марте (33, 29 и 20% от общего числа дней с явлением). В апреле сильные снегопады не наблюдаются в Могилевской и Гомельской областях.

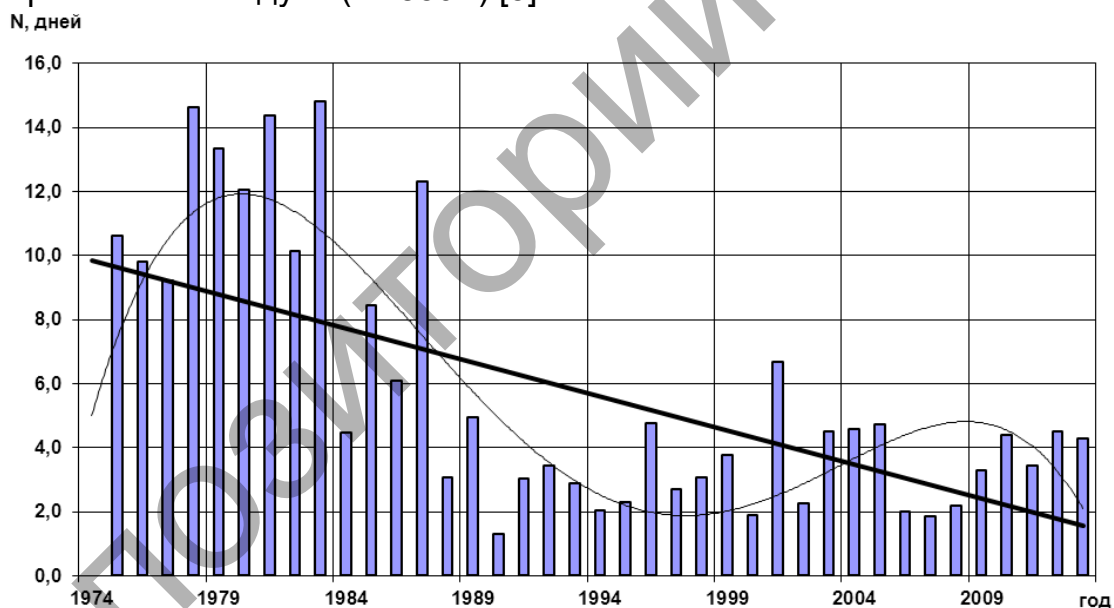
**Таблица – Число дней с метелями на территории Беларуси за различные интервалы осреднения и их параметры распределения**

Метеостанции	среднее				Cv	число Фостера, %					
	1975-2012	1975-1987	1988-1999	2000-2013		1	5	10	20	30	50
Верхнедвинск	9,4	15,1	5,6	7,4	0,7	24,2	19,8	17,4	14,6	12,4	9,4
Езерище	10,5	18,9	6,1	3,2	1,0	33,3	26,4	22,8	18,4	15,0	10,5
Полоцк	6,6	9,5	5,5	4,7	0,8	18,9	15,3	13,4	11,0	9,2	6,6
Шарковщина	4,7	10,6	1,8	0,9	1,3	17,5	13,7	11,7	9,2	7,4	4,7
Витебск	10,0	12,1	9,4	8,7	0,6	24,0	19,8	17,7	15,0	13,0	10,0
Лынтупы	5,4	10,8	1,8	2,4	1,2	19,4	15,1	12,9	10,2	8,2	5,4
Лепель	6,2	9,8	6,8	3,1	1,0	21,6	17,2	14,8	12,0	9,8	6,2
Докшицы	6,1	11,1	2,9	4,1	1,2	23,2	18,1	15,5	12,2	9,8	6,1
Сенно	4,0	7,4	1,7	2,1	1,0	12,7	10,0	8,7	7,0	5,7	4,0
Березинский заповедник	6,5	13,3	4,3	1,4	1,4	27,7	21,4	18,1	14,1	11,1	6,5
Орша	10,9	11,0	9,5	11,8	0,6	25,7	21,2	18,9	16,1	13,9	10,9
Вилейка	5,3	11,1	3,5	0,8	1,1	19,2	15,1	13,0	10,4	8,4	5,3
Борисов	7,2	15,9	2,4	2,4	1,2	26,6	20,8	17,8	14,1	11,2	7,2
Воложин	6,5	11,0	2,2	6,2	1,0	21,3	16,9	14,6	11,8	9,6	6,5
Минск	7,4	15,7	3,2	2,8	1,0	24,3	19,3	16,6	13,4	11,0	7,4
Березино	5,8	11,6	1,1	2,9	1,0	18,0	14,3	12,3	9,9	8,1	5,8
Марына Горка	6,9	10,8	3,6	5,5	0,8	19,2	15,5	13,6	11,2	9,4	6,9
Столбцы	5,2	7,5	2,8	5,5	0,9	16,1	12,9	11,2	9,1	7,5	5,2
Слуцк	11,8	18,8	7,8	8,9	0,6	28,3	23,4	20,9	17,7	15,3	11,8
Ошмяны	3,6	7,3	1,5	1,7	1,3	14,1	11,0	9,3	7,3	5,8	3,6
Лида	6,2	11,2	3,6	3,5	0,9	18,9	15,1	13,1	10,7	8,8	6,2
Гродно	4,9	8,0	2,9	3,5	0,8	13,7	11,1	9,7	8,0	6,7	4,9
Новогрудок	6,5	12,8	2,3	4,1	1,0	21,3	16,9	14,6	11,8	9,6	6,5
Волковыск	6,9	12,8	3,4	4,7	0,9	21,4	17,1	14,8	12,1	10,0	6,9
Горки	6,3	14,7	0,6	3,2	1,2	23,5	18,4	15,7	12,4	9,9	6,3
Могилев	8,2	20,6	2,8	1,9	1,2	31,1	24,3	20,8	16,5	13,1	8,2
Кличев	5,3	7,9	3,1	4,9	0,7	13,7	11,2	9,9	8,3	7,0	5,3
Славгород	7,5	14,1	4,9	3	1,0	25,0	19,8	17,1	13,8	11,3	7,5
Костюковичи	10,2	14,3	10	6,5	0,6	24,5	20,2	18,0	15,3	13,3	10,2
Бобруйск	5,8	9,8	1,5	6	1,0	19,3	15,3	13,2	10,7	8,7	5,8
Барановичи	4,5	10,1	1,6	0,5	1,4	18,8	14,5	12,3	9,6	7,5	4,5
Ивацевичи	8,2	15,5	5,5	4,9	0,8	24,3	19,7	17,2	14,2	11,9	8,2
Пружаны	4,2	8,8	1,8	1,8	1,0	13,7	10,8	9,3	7,5	6,2	4,2
Высокое	3,1	5,2	0,8	2,7	1,2	11,0	8,6	7,4	5,8	4,6	3,1
Полесская, болотная	2,8	1,8	3,3	2,5	1,4	11,1	8,6	7,3	5,7	4,4	2,8
Пинск	3,9	10,1	1,1	1,1	1,4	16,6	12,9	10,9	8,5	6,6	3,9
Брест	3,3	6,9	0,5	2,6	1,5	14,8	11,4	9,6	7,5	5,8	3,3
Жлобин	4,9	10,3	1,9	2,4	1,0	16,3	12,9	11,2	9,0	7,4	4,9
Октябрь	3,6	7,7	1,3	1,8	1,1	12,8	10,1	8,7	6,9	5,6	3,6
Гомель	6,1	9,5	3,8	4,9	0,8	17,2	13,9	12,1	10,0	8,4	6,1
Василевичи	4,6	9,2	3,3	1,6	1,1	16,7	13,2	11,3	9,0	7,3	4,6
Житковичи	5,3	13,3	1,4	0,8	1,4	22,6	17,5	14,8	11,5	9,0	5,3
Мозырь	5,2	10,8	1,2	2,9	1,1	18,2	14,3	12,3	9,8	7,9	5,2
Лельчицы	3,7	7,0	2,4	1,6	1,1	13,2	10,4	8,9	7,1	5,7	3,7
Брагин	2,6	4,3	0,9	2,4	0,9	7,7	6,2	5,4	4,4	3,6	2,6
Среднее	6,0	11,0	3,3	3,6	1,0	19,6	15,6	13,5	10,9	8,9	6,0



**Рисунок 3** – Распределение сильного снегопада по территории Беларуси, % лет

Временной ход метелей представлен на рисунке 4. На вторую половину 70-х – начало 80-х прошлого столетия приходится максимальное количество дней с метелями, минимальное - на начало 90-х годов. Такой ход метелей связан с тем, что в последние 11 из 12 лет (включая 2006 г.) являются самыми теплыми за весь период инструментальных наблюдений за глобальной температурой приземного воздуха (с 1850 г) [5].



**Рисунок 4** – Годовой ход среднего количества дней с метелями

### Заключение

Среднее количество дней с метелями приходящихся на 1 метеостанцию, составляет около 6 дней, сильных снегопадов – 1 раз в 10 лет. Как метели, так и сильный снегопад отмечаются в холодное время года. Пространственное распределение метелей и сильного снегопада имеет долготный характер. Сильный снегопад чаще отмечается на возвышенной территории (около 3,4% от общего числа лет), чем на равнинной (около 1,3% от общего числа дней).

### Список литературы

1. Хромов, С.П. Метеорологический словарь / С.П. Хромов, Л.И. Мамонтова, – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 568 с.

2. Климат Беларуси / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск : Ин-т геол. наук АН Беларуси, 1996. – 234 с.

3. Сильный снег в Беларуси в марте 2008 года. Технический отчет о сильном снеге в 25 марта 2008 года [Электронный ресурс]. – Минск, 2008. – Режим доступа : <http://meteoinfo.by/press/?page=50>. – Дата доступа – 19.02.2016.

4. Логинов, В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В.Ф. Логинов. – Минск: ТетраСистемс, 2008 – 486 с.

5. Мелешко, В.П. Климат России в XXI веке. Часть 1, новые свидетельства антропогенного изменения климата и современные возможности его расчета / В.П. Мелешко [и др.] // Метеорология и гидрология 2008. № 6. – М. : ГУ «Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета». – С. 5-9.

УДК 626.83.004.1

## НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ С КАМЕРНЫМ ОТВОДОМ

**Громик Н.В., Водчиц Н.Н., Стельмашук С.С.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь [vig\\_bsty@tut/by](mailto:vig_bsty@tut.by)

*Due to the smaller size of the station unit and better hydraulic properties of the conveyance system, hydraulic power station with vertical turbine pump and chamber drainage system is considered to be economically efficient.*

### **Введение**

Насосные станции водохозяйственных комплексов являются сложными гидротехническими узлами и требуют больших финансовых затрат. Эти затраты возрастают при строительстве крупных насосных станций, которые требуют значительных капитальных вложений из-за большого объема бетонных и железобетонных работ, а также устройства гидромеханического оборудования. Установка на таких станциях насосов с большим расходом в свою очередь требует значительного потребления электрической энергии. Поэтому любое уменьшение затрат является эффективным и заслуживает внимания.

Насосные станции мелиоративных систем служат для различных целей. Так, для осушительных систем они сбрасывают воду с осушаемой территории и имеют незначительный напор, но большие расходы. Для оросительных систем подачи насосных станций незначительные, но напоры большие.

Осушительные насосные станции работают сезонно, особенно большие сбросы, можно сказать, мгновенные, наблюдаются в весенние паводки и в периоды стихийных бедствий, когда происходит затопление не только сельскохозяйственных угодий, но и населенных пунктов. В это время должны сбрасываться огромные массы воды, следовательно, нужны насосы с большой единичной подачей. Напоры, как правило, в этих случаях незначительны, и поэтому такие станции komponуются осевыми насосами, отвечающими требованиям большого расхода и небольших напоров.

Исследования, проводимые различными учеными, научными коллективами, посвящены как созданию экономически эффективных конструкций насосных агрегатов, так и различных компоновок блоков насосных станций.

Нахождение оптимального сочетания водозабора, блока насосной станции и водовыпускного сооружения является актуальной задачей при строительстве гидроузла насосной станции.