

ИЗМЕНЕНИЕ ВОДНОСТИ РЕКИ ВОЛГИ В РАЙОНЕ ЗАПОВЕДНОГО ОСТРОВА БАХИЛОВСКИЙ

А.В. Селезнева, К.В. Беспалова, В.А. Селезнев

E-mail: aleks.selezneva@mail.ru

ФГБУН «Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук», г. Тольятти, Россия

АННОТАЦИЯ: Проведен анализ многолетних изменений расходов воды р. Волги за 1958–2017 гг. в створе Жигулевской плотины, расположенной в 12 км выше по течению от о. Бахилловский. По средним годовым расходам воды выделены три периода, отличающиеся друг от друга по водности: маловодный период (1958–1976 гг.), многоводный период (1977–1997 гг.) и период средней водности (1998–2017 гг.). Определены экстремально маловодные (1967, 1973, 1975, 1976, 1977, 1996) и экстремально многоводные (1966, 1979, 1981, 1990, 1991, 1994) годы. В многоводные годы, в период прохождения весеннего половодья, остров практически полностью затапливается, в маловодные годы, в период летней межени, площадь острова увеличивается, изменяется его конфигурация. Экологическое состояние заповедного о. Бахилловский зависит от водности и расходов р. Волги.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: водохранилище, остров Бахилловский, расход воды, маловодье, многоводье, р. Волга.

Естественный гидрологический режим Волги являлся основным фактором развития ее островных и прибрежных территорий. Создание каскада Волжско-Камских водохранилищ обусловило изменение гидрологического режима реки. Водоохранилища, как природно-технические водные объекты, стали оказывать влияние на расположенные ниже по течению реки островные системы.

В последние десятилетия, благодаря методам космической съемки Земли, стало возможным определять влияние гидрологического режима на геоэкологическую ситуацию различных территорий [1, 2], включая островные системы и прибрежные зоны. Подобные крупномасштабные исследования необходимы, но недостаточны. Для островных систем, расположенных на крупных водохранилищах в непосредственной близости от плотины, чрезвычайно важным является исследование закономерностей изменения расходов воды и их влияния на состояние и динамику островных экосистем. Для заповедного о. Бахилловский, расположенного в верхней части Саратовского водохранилища, подобные исследования являются весьма актуальными.

© Селезнева А.В., Беспалова К.В., Селезнев В.А., 2020

После заполнения Куйбышевского водохранилища в 1957 г. значительное влияние на состояние и динамику экосистемы острова стали оказывать расходы воды в створе построенной выше по течению реки на расстоянии 12 км Жигулевской плотины [3]. Межгодовые и сезонные изменения расходов воды периодически меняли направленность русловых процессов, создавая условия для переформирования острова [4]. Вслед за изменением расходов воды трансформировался режим уровня воды и скорости течения в водохранилище. В многоводные годы о. Бахилловский полностью или частично затопливался в период весеннего половодья, в меженный период маловодных лет конфигурация острова изменялась, его площадь увеличивалась за счет отмелей.

Жигулевская плотина функционирует более 60 лет. Однако закономерности межгодовых и сезонных изменений расходов воды в условиях регулирования водного стока изучены недостаточно. В данной статье предпринята попытка провести анализ данных многолетних наблюдений и выявить закономерности изменения расходов воды Саратовского водохранилища в створе Жигулевской плотины в период с 1958 по 2017 гг. Полученные результаты в перспективе позволят более достоверно выделить этапы развития заповедного о. Бахилловский [5].

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Остров Бахилловский (ранее острова Середыш и Шалыга) расположен в верхней части Саратовского водохранилища и является частью территории Жигулевского государственного природного биосферного заповедника.

Верхняя оконечность острова находится в 12 км ниже по течению от Жигулевской плотины напротив с. Бахилова Поляна (рис. 1). В период летне-осенней межени длина острова составляет $\approx 5,0$ – $5,7$ км, ширина $\approx 1,0$ – $1,5$ км, высота над уровнем воды $\approx 2,0$ – $5,0$ м. Глубокий внутренний залив придает острову вид растянутой подковы [6].

Заповедный остров хорошо виден с высокого правого берега Волги, с Жигулевских гор. В середине острова находится оз. Кольчужное, которое соединяется с водохранилищем через протоку в период весеннего половодья. Связь между оз. Кольчужным и Саратовским водохранилищем зависит от водности конкретного года.

Остров Бахилловский является единственным заповедным островом на Средней Волге и используется птицами для отдыха и кормежки при перелете к Каспийскому и Черному морям. Население птиц на островах характеризуется высоким видовым разнообразием, наблюдается тенденция к упрочнению связи видов с территорией островов [5].

Около 60 % площади о. Бахилловский покрыто древесной и кустарниковой растительностью. В окрестностях оз. Кольчужного встречаются за-



Рис. 1. Расположение о. Бахилловский на Саратовском водохранилище.
Fig. 1. The Bakhilovskiy island location in the Saratov water reservoir.

росли волжской валерианы, которая давно уничтожена на огромных пространствах волжской поймы. Доля сосновых лесов на острове постепенно увеличивается [7–12]. Это единственный участок Жигулевского заповедника, где одновременно существуют прудовая и озерная лягушки [13].

Для сбора многолетних данных о расходах воды Волги в створе Жигулевской плотины за весь период существования Куйбышевского водохранилища использованы следующие источники:

- справочные издания «Гидрологический ежегодник», подготовка которых до 1979 г. осуществлялась УГМС Гидрометслужбы СССР;
- ежегодные кадастровые справочные издания «Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши» УГМС Росгидромета, начиная с 1980 г.;
- информация, предоставленная филиалом ПАО «РусГидро» – «Жигулевская ГЭС», о средних месячных расходах воды на водомерном посту г. Тольятти.

Полученные материалы позволили сформировать базу данных средних месячных расходов воды р. Волги в створе Жигулевской плотины с 1958 по 2017 гг. Для каждого года определены средние годовые (Q), максимальные (Q_{\max}) и минимальные (Q_{\min}) средние месячные расходы воды. Полученные

значения (Q , Q_{\max} , Q_{\min}) использованы для изучения многолетних изменений расходов воды, а также для установления связи между Q и Q_{\max} , Q и Q_{\min} , Q_{\max} и Q_{\min} в условиях регулирования водного стока Волги.

Ряды многолетних данных подвергнуты статистической обработке с использованием программы Statistica. Оценка однородности (стационарности) гидрологических рядов выполнена на основе критериев Стьюдента и Фишера, обобщенных с учетом особенностей гидрологической информации.

Эмпирическая ежегодная вероятность превышения или обеспеченность (δ_m , %) для средних годовых расходов воды определялась по формуле:

$$\delta_m = m/(n + 1) \times 100$$

где m – порядковый номер члена ряда расхода воды, расположенного в убывающем порядке; n – общее число членов ряда.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

История возникновения и развития о. Бахилловский изучена недостаточно. Известно, что ранее на его месте было два острова – Середыш и Шалыга. Первым сформировался о. Середыш на самой середине реки почти два столетия назад, о. Шалыга образовался позднее в начале XX в. и остается, в основном, песчаным. Волга постепенно перемещала о. Шалыга навстречу о. Середыш. Сначала между ними возникла песчаная коса, а затем два острова соединились в один прочным перешейком [6, 14]. На процесс образования о. Шалыга и его объединение с о. Середыш существенное влияние оказали экстремальные маловодные годы (1921, 1937, 1938) на р. Волге.

После создания каскада Волжско-Камских водохранилищ естественный период формирования о. Бахилловский закончился и начался современный, более динамичный и менее предсказуемый антропогенный период развития. Сравнительный анализ расходов р. Волги в естественный и антропогенный периоды показал, что водный сток весной значительно уменьшился, а в остальные сезоны увеличился [15], поэтому существенно изменился характер русловых процессов на участках реки ниже по течению от плотины. При создании водохранилищ были изолированы источники поступления наносов с вышележащих участков реки, уменьшился расход воды в период весеннего половодья за счет сезонного перераспределения стока [16]. Водоохранилище стало задерживать практически полностью наносы, формирующие русловой рельеф. Ниже плотины освобожденная от наносов вода стала расходовать излишки энергии на эрозию островов.

В 1955 г. состоялось перекрытие русла Волги в 12 км выше по течению от о. Бахилловский (створ Жигулевской плотины). После наполнения Куйбышевского водохранилища осенью 1957 г. до отметки нормального подпор-

ного уровня (53,0 м БС) полный объем водохранилища составил 57,3 км³, полезный объем – 33,9 км³ [17]. Это самое крупное водохранилище Волжско-Камского каскада. Через створ Жигулевской плотины в среднем за год проходит 244 км³ (97 % водных ресурсов Волги), что позволяет проводить сезонное перераспределение стока всей реки [18]. С этого момента сезонные гидрологические условия на Волге в районе о. Бахилловский коренным образом изменились: водный сток в период весеннего половодья значительно уменьшился, в зимнюю и летне-осеннюю межень увеличился.

Заповедный остров оказался в нижнем бьефе Жигулевской плотины. В результате увеличилась скорость водного потока и повысилась его транспортирующая способность, снизилась высота половодья, но увеличилась его длительность [19]. Уровень Волги в районе заповедника существенно понизился, река на всем протяжении побережья заповедника (от г. Жигулевска до с. Бахилова Поляна) практически перестала замерзать [7]. Из-за периодической работы водосливной плотины в период весеннего половодья северные берега островов стали размываться, а на юго-западе образовались песчаные отмели. Площадь островов значительно увеличилась и составила 671 га.

Существенное влияние на развитие о. Бахилловский оказало строительство Саратовской плотины. Перекрытие русла Волги у г. Балаково состоялось 2 ноября 1967 г. В 1969 г. Саратовское водохранилище было наполнено до отметки нормального подпорного уровня (28,0 м БС). Полный объем водохранилища при НПУ составил 12 870 млн м³, полезный объем – 1750 млн м³. Длина водохранилища 357 км, средняя ширина 5,1 км, средняя глубина 7 м, максимальная глубина 31 м. Средний коэффициент водного обмена 19,1 (каждые 18 дней). В отличие от Куйбышевского, Саратовское водохранилище в основном осуществляет суточное и недельное регулирование водного стока.

За счет подпора от Саратовской плотины уровень воды у г. Балаково поднялся на 18 м относительно естественного меженного уровня. Остров Бахилловский оказался на верхней границе Саратовского водохранилища в зоне регрессивной аккумуляции. Уровень воды в районе заповедника поднялся на 4 м. В результате подъема уровня воды на островах произошло почти полное затопление всех прибрежных песчаных отмелей и покрытого растительностью юго-восточного побережья о. Середыш. На о. Шалыга образовался большой затон, по площади превышающий оставшийся песчаный участок [9]. По сравнению с предыдущим периодом площадь островов уменьшилась на 129 га. Произошло смещение половодья, острова стали освобождаться от воды только во второй половине июня [8].

До зарегулирования Волги средние годовые и средние месячные расходы воды были взаимосвязаны, а их величина зависела только от природно-климатических процессов в Волжском бассейне. После создания каскада Волжско-Камских водохранилищ сезонные изменения расходов воды коренным образом изменились (табл. 1). Наиболее существенно перераспределение водного стока внутри года прослеживается в маловодные годы.

В результате сравнения маловодных лет естественного и антропогенного периодов установлено, что водный сток Волги в период весеннего половодья сократился с 68 % до 34 %, но увеличился в зимнюю межень с 7 % до 21 % и в летне-осеннюю межень с 12 % до 23 %. В годы средней водности сезонное регулирование становится менее значительным: водный сток в период весеннего половодья сократился с 63 % до 43 %, но увеличился в зимнюю межень с 8 % до 18 % и в летне-осеннюю межень с 13 % до 19 %. В многоводные годы сезонное регулирование водного стока значительно уменьшается: в период весеннего половодья – с 58 % до 47 %, при этом увеличение стока для зимы отмечено с 9 % до 17 %, для летне-осенней межени – с 16 % до 18 % [20].

Регулирование водного стока Волги стало осуществляться с учетом требований основных водопользователей, прежде всего гидроэнергетиков, что противоречило естественным природным процессам формирования сезонного распределения водного стока реки. Именно поэтому природная связь между гидрологическими характеристиками (Q , Q_{\max} , Q_{\min}) была нарушена (табл. 1).

Анализ линейной связи между средними годовыми расходами воды (Q) и максимальными средними месячными расходами воды (Q_{\max}) за 60 лет наблюдений показал, что эта связь недостаточно надежна, но, все же, существует с коэффициентом корреляции 0,5 (рис. 2). Связь между средними и годовыми расходами воды (Q) и минимальными средними месячными расходами (Q_{\min}) существенно ослабевает (рис. 3) – коэффициент корреляции составляет 0,3. Связь между максимальными средними месячными расходами воды (Q_{\max}) и минимальными средними месячными расходами (Q_{\min}) полностью отсутствует с коэффициентом корреляции близким к нулю (рис. 4).

Полученные результаты доказывают, что Саратовское водохранилище является природно-техническим водным объектом, у которого нарушены естественные связи между гидрологическими параметрами (Q , Q_{\max} , Q_{\min}). Поэтому для водохранилища в створе Жигулевской плотины невозможно по средним годовым расходам воды достоверно прогнозировать экстремальные маловодные и экстремальные многоводные средние месячные значения расходов воды, которые меняют направленность русловых процессов Волги в районе о. Бахилковский и состояние его экосистем.

Таблица 1. Средние годовые (Q), максимальные (Q_{\max}) и минимальные (Q_{\min}) средние месячные расходы воды р. Волги в створе Жигулевской ПЛОТИНЫ

Table 1. Average annual (Q), maximal (Q_{\max}), and minimal (Q_{\min}) monthly water flows of the Volga Rive in the range of the Zhiguli dam

Год	Расход воды, м ³ /с			Год	Расход воды, м ³ /с		
	Q	Q _{max}	Q _{min}		Q	Q _{max}	Q _{min}
1958	8528	24900	4180	1988	6813	17900	4270
1959	7113	19400	4180	1989	6757	17600	3470
1960	6526	20400	3980	1990	10431	22600	4110
1961	7350	18000	4390	1991	10056	27200	5360
1962	7660	16100	4920	1992	7833	19940	4333
1963	8112	26700	5090	1993	8947	20605	5596
1964	6568	16700	4440	1994	10376	23829	6178
1965	6973	19500	3860	1995	8488	23124	3432
1966	9274	29100	4500	1996	5369	12067	3598
1967	5785	14000	4250	1997	6766	25584	1260
1968	7040	23200	4480	1998	7815	23841	1453
1969	7060	18300	4550	1999	7902	22600	2577
1970	8453	22900	4590	2000	7354	20147	4068
1971	7188	21000	4510	2001	8466	25396	4757
1972	6824	19100	3390	2002	8086	21207	4578
1973	5290	16400	3050	2003	7673	21100	5560
1974	8295	23400	4660	2004	8203	16700	5580
1975	5270	11000	3700	2005	9033	26100	4990
1976	5944	12800	3390	2006	6469	14400	4500
1977	5984	14500	3370	2007	8892	18600	5110
1978	8753	18600	5240	2008	7654	18413	4521
1979	10076	33500	6520	2009	7448	16319	5129
1980	7981	16800	5170	2010	6187	17914	2127
1981	9193	24300	6060	2011	6159	15199	4545
1982	7166	16400	5340	2012	7466	21864	4230
1983	7655	14600	4760	2013	8500	20554	4999
1984	7283	14700	4860	2014	6940	15638	4764
1985	9071	25200	5570	2015	6236	13781	4650
1986	9024	20500	6160	2016	8320	24129	4731
1987	8443	19800	6080	2017	8946	18405	4719

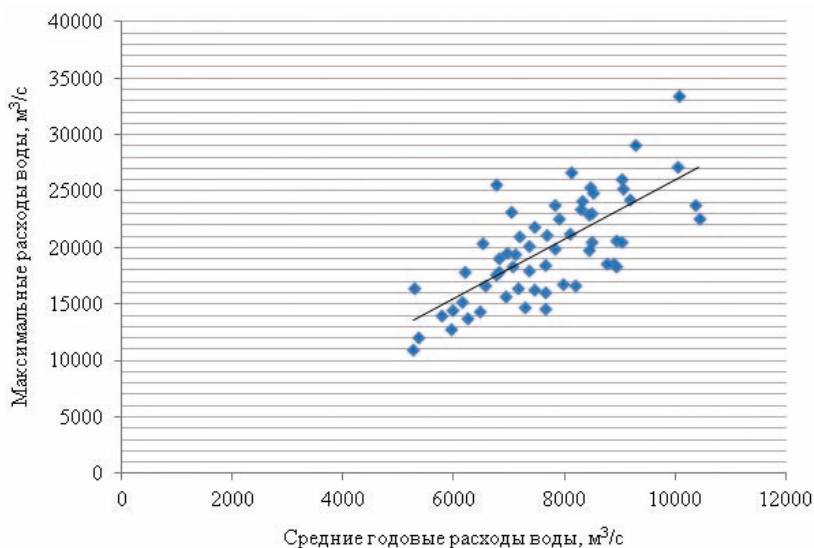


Рис. 2. Линейная связь между средними годовыми расходами воды (Q) и максимальными средними месячными расходами воды (Q_{\max}).

Fig. 2. Linear connection between average annual water flows (Q) and maximal average monthly water flows (Q_{\max}).

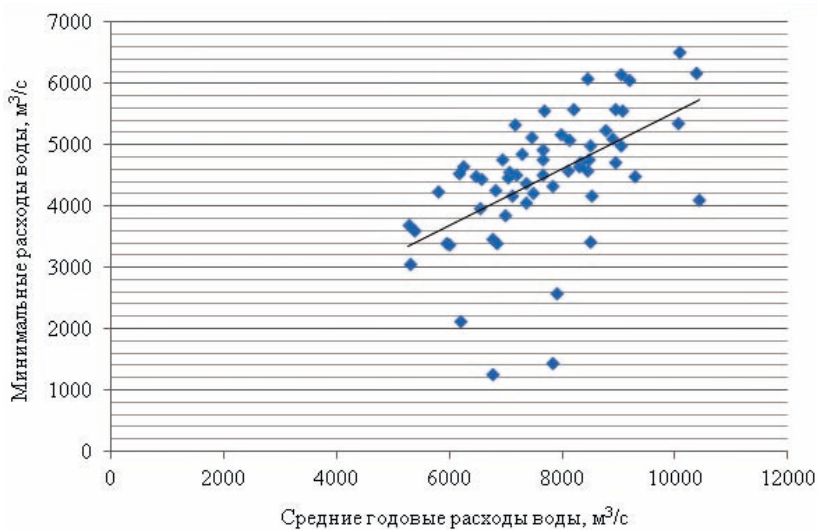
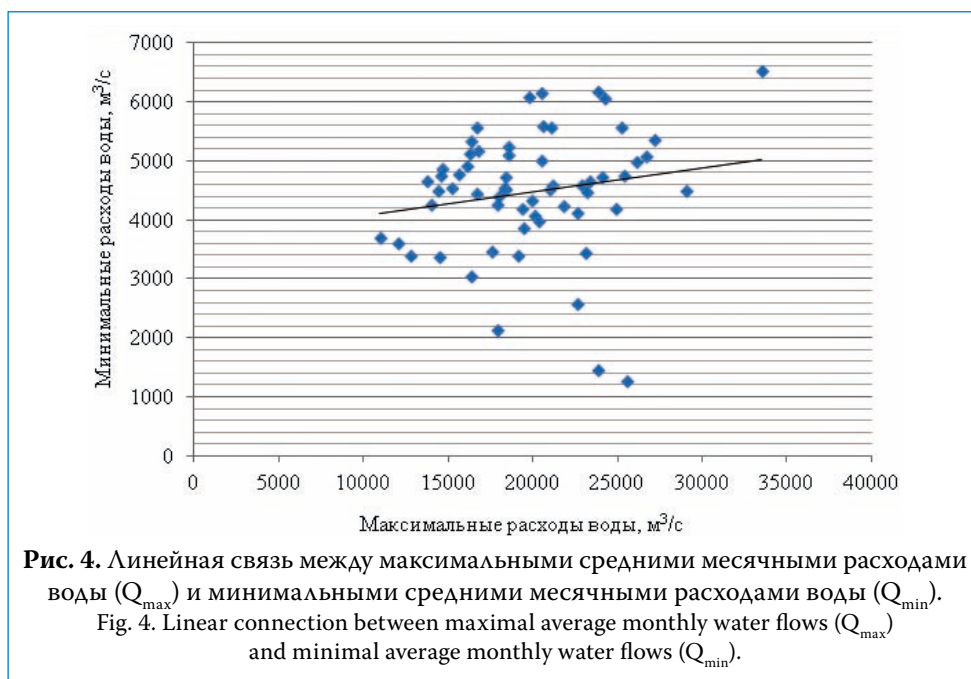


Рис. 3. Линейная связь между средними годовыми расходами воды (Q) и минимальными средними месячными расходами воды (Q_{\min}).

Fig. 3. Linear connection between average annual water flows (Q) and minimal average monthly water flows (Q_{\min}).



Многолетние изменения расходов воды

В период 1958–2017 гг. средний годовой расход воды Волги в районе о. Бахилловский составил 7674 м³/с. Наименьший средний годовой расход воды наблюдался в 1975 г. – 5270 м³/с. Наибольший средний годовой расход воды отмечен в 1990 г. – 10 431 м³/с (рис. 5). Амплитуда многолетних колебаний средних годовых расходов воды составила 5270–10 431 м³/с. Максимальный средний годовой расход воды превышает минимальный в два раза. Еще более значительным многолетним колебаниям подвержены средние месячные расходы воды, амплитуда которых составила 2127–33 500 м³/с. Максимальный средний месячный расход воды превышает минимальный в 16 раз. Так, в период весеннего половодья многоводного 1979 г., когда средний месячный расход в мае составил 33 500 м³/с, а уровень воды – 30,76 м БС, о. Бахилловский полностью оказался под водой. В период летней межени 2010 г. среднемесячный расход воды в августе катастрофически уменьшился до 2127 м³/с, уровень воды составил 27,75 м БС, что привело к увеличению площади и изменению конфигурации острова.

Используя линейную фильтрацию по трем точкам в хронологическом ряду средних годовых расходов воды р. Волги выделены три периода, отличающиеся по водности. Первый 19-летний период (1958–1976 гг.) характеризуется маловодьем и включает пять из шести самых маловодных лет:

1967, 1973, 1975, 1976 и 1977. Второй 20-летний период (1977–1997 гг.) характеризуется многоводьем и включает пять из шести самых многоводных лет: 1979, 1981, 1990, 1991 и 1994. Третий 19-летний период (1998–2017 гг.) можно охарактеризовать как период средней водности. Выделенная многолетняя периодичность изменения средних годовых расходов воды р. Волги близка к хорошо известному климатическому циклу солнечной активности Хейла со средней продолжительностью 22 года.

Наряду с выделенными тремя периодами различной водности, определены маловодные и многоводные годы по результатам оценки их эмпирической обеспеченности. Для маловодных лет различают слабое, среднее и экстремальное маловодье. Слабое маловодье характеризуется небольшими отклонениями расхода воды от его средней многолетней величины и имеет обеспеченность в диапазоне 50–75 %, среднее маловодье – от 75 до 90 %. Годы обеспеченностью свыше 90 % характеризуются как экстремальные маловодные.



По аналогии с маловодьем, различают слабое, среднее и экстремальное многоводье. Слабое многоводье характеризуется небольшими отклонениями расхода воды от его средней многолетней величины (обеспеченность от 50 до 25 %), среднее многоводье имеет обеспеченность по расходу воды от 25 до 10 %. Годы обеспеченностью меньше 10 % – экстремально многоводные.

Выполненные расчеты эмпирической обеспеченности расходов воды за период 1958–2017 гг. позволили выделить периоды, относящиеся к среднему и экстремальному маловодью и многоводью (табл. 2).

Таблица 2. Многоводные и маловодные годы на р. Волге
Table 2. High-water and low-water years in the Volga River

Многоводный год ($\delta \leq 10\%$)		Маловодный год ($\delta \geq 90\%$)	
Экстремальный	Средний	Экстремальный	Средний
1966, 1979, 1981, 1990, 1991, 1994	1978, 1981, 1985, 1986, 1993, 2005, 2007, 2013, 2017	1967, 1973, 1975, 1976, 1977, 1996	1960, 1964, 1988, 1989, 1997, 2006, 2010, 2011, 2015

За 60 лет к экстремальным многоводным годам ($\delta \leq 10\%$), выстроенным в убывающей последовательности, относятся: 1990 (10 431 м³/с); 1994 (10 376 м³/с); 1979 (10 076 м³/с); 1991 (10 056 м³/с), 1966 (9274 м³/с) и 1981 (9193 м³/с) годы. К экстремальным маловодным годам ($\delta_m \geq 90\%$) – 1975 (5270 м³/с); 1973 (5290 м³/с); 1996 (5369 м³/с); 1967 (5785 м³/с); 1976 (5944 м³/с); 1977 (5984 м³/с). Значения эмпирической обеспеченности расходов воды для экстремальных многоводных и маловодных лет представлены в табл. 3. За последние 60 лет самым многоводным является 1990 г. с расходом воды 10 431 м³/с и обеспеченностью 1,7 %, самым маловодным – 1975 г. с расходом воды 5270 м³/с и обеспеченностью 99,5 %.

Если рассматривать более ранний период с начала систематических гидрологических наблюдений на Волге (1898 г.) до создания Куйбышевского водохранилища, то к экстремальным маловодным годам следует отнести 1921, 1937 и 1938, к экстремальным многоводным – 1916, 1926 и 1947 [21]. Очевидно, что именно экстремальные многоводные и маловодные периоды оказали существенное влияние на развитие экосистемы о. Бахилловский [22].

Таблица 3. Характеристика экстремальных многоводных и экстремально маловодных лет

Table 3. Characteristics of extreme high-water and extreme low-water years

Многоводье ($\delta \leq 10\%$)			Маловодье ($\delta \geq 90\%$)		
Год	Q, м ³ /с	δ , %	Год	Q, м ³ /с	δ , %
1990	10 431	1,7	1975	5270	99,5
1994	10 376	3,3	1973	5290	98,3
1979	10 076	6,4	1996	5369	96,7
1991	10 056	6,7	1967	5785	95,0
1966	9274	8,3	1976	5944	93,3
1981	9193	9,9	1977	5984	91,7

За период 1958–2017 гг. средний годовой расход воды р. Волги в створе Жигулевской плотины изменялся весьма существенно. Наименьший годовой расход воды составил 5270 м³/с, наибольший – 10 431 м³/с. Столь значительные колебания среднего годового расхода воды (в два раза) влияли на развитие о. Бахилковский и состояние его экосистем. Наибольшее влияние оказали расходы воды в экстремальные многоводные годы ($\delta \leq 10\%$) – 1990, 1994, 1979, 1991, 1966, 1981 и экстремально маловодные годы ($\delta \geq 90\%$) – 1975, 1973, 1996, 1967, 1976, 1977.

Сезонные изменения расходов воды

Внутри года средние месячные расходы воды р. Волги характеризуются значительной сезонной изменчивостью. На Саратовском водохранилище в створе Жигулевской плотины выделяются три гидрологических сезона: зимняя межень, весеннее половодье и летне-осенняя межень [23]. Границы и продолжительность гидрологических сезонов зависели от погодных условий конкретного года. Средние, наибольшие и наименьшие расходы воды по каждому месяцу за период 1958–2017 гг. представлены в табл. 4.

Таблица 4. Месячные расходы воды за период 1958–2017 гг., м³/с
Table 4. Monthly water flows for the 1958-2017 period, m³/s

Месяц											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Средний месячный расход											
5999	6051	5765	10 441	19 803	8760	6473	5914	5646	5502	5793	6145
Наибольший средний месячный расход											
8562	9020	9738	21 800	33 500	16 800	14 118	9870	8576	11 900	11 500	8970
Наименьший средний месячный расход											
3870	3400	3370	2577	11 000	1260	3550	2127	3590	3710	3050	3390

Зимняя межень на водохранилище длится с декабря по март. В этот период расходы воды составляют 5765–6145 м³/с. Весеннее половодье включает три месяца (апрель, май, июнь), расходы воды в этот период резко увеличиваются до 8760–19 803 м³/с. В летне-осеннюю межень, с июля по ноябрь, расходы воды уменьшаются до 5502–6473 м³/с. Амплитуда сезонных колебаний расходов воды р. Волги почти в два раза превышает амплитуду межгодовых колебаний. В среднем за период 1958–2017 гг. месячные значения расходов воды изменялись в пределах 5502–19 803 м³/с и отличались в 3,6 раза. Самые большие расходы воды отмечены в мае, самые маленькие – в октябре.

Максимальные в году средние месячные расходы воды (Q_{\max}) за 60 лет изменялись в пределах 8562–33 500 м³/с и отличались друг от друга в 3,9 раза, а минимальные средние месячные расходы воды (Q_{\min}) – в пределах 2127–11 000 м³/с (в 5,2 раза). Сезонные колебания средних месячных расходов воды существенно превышают межгодовые колебания расходов воды. Как правило, максимальный в году средний месячный расход воды приходится на период весеннего половодья (май), в отдельные годы из-за сезонного регулирования он смещался с мая на апрель. В 1983 г. Q_{\max} наблюдался в апреле и составил 14 600 м³/с, в мае он уменьшился до 12 800 м³/с. В 2007 г. максимальный расход отмечен в апреле – 18 600 м³/с, в мае – 17 300 м³/с. В 2008 г. Q_{\max} составил в апреле 18 413, а в мае – 15 142 м³/с.

Минимальные средние месячные расходы воды (Q_{\min}) не имеют какой-либо закономерности во внутригодовом распределении. За 60 лет Q_{\min} наблюдался 17 раз в марте, 12 – в апреле, 10 – в октябре, 9 – в ноябре и 4 – в декабре. В остальные месяцы (февраль, сентябрь, июнь, июль и август) Q_{\min} наблюдался 2–3 раза. Исключение составляет май, в котором за 60 лет не наблюдалось ни одного минимального расхода.

Водность года оказывает влияние на внутригодовое распределение расходов воды. Закономерности сезонной изменчивости расходов воды (гидрографы) в экстремально маловодный 1975 г. (рис. 6) и экстремально многоводный 1990 г. (рис. 7) принципиально отличаются друг от друга, что характерно для природно-технических водных объектов.



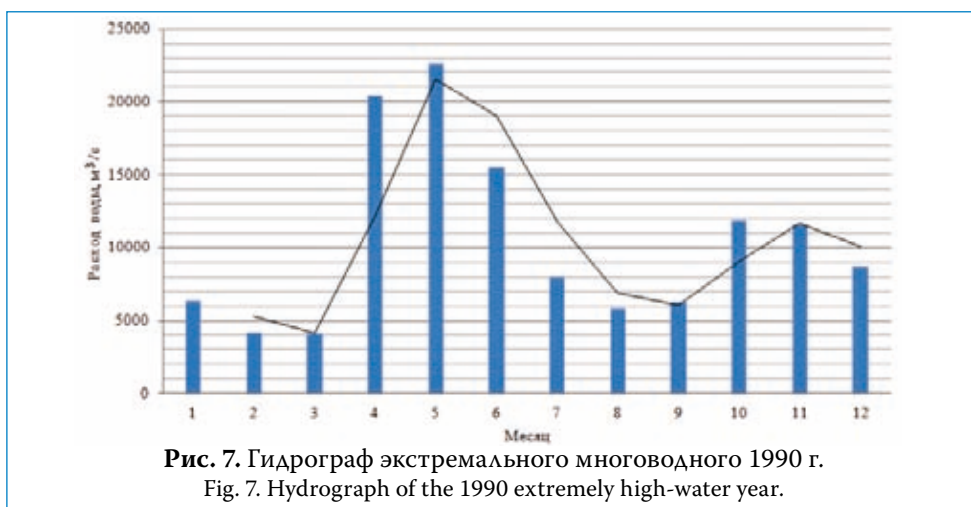


Рис. 7. Гидрограф экстремального многоводного 1990 г.
Fig. 7. Hydrograph of the 1990 extremely high-water year.

Гидрограф в экстремальный маловодный год имеет один хорошо выраженный максимум в мае в период весеннего половодья, что характерно для естественных условий Волги. За счет интенсивного регулирования водного стока в створе Жигулевской плотины гидрограф в экстремальный многоводный год демонстрирует два максимума: один – в период весеннего половодья, другой – в период осенней межени.

Сезонные колебания средних месячных расходов воды р. Волги в створе Жигулевской плотины составляют 5502–19 803 м³/с и оказывают более существенное влияние на развитие о. Бахилковский и состояние его экосистем, чем межгодовые колебания средних годовых расходов воды. В периоды экстремального многоводья и маловодья влияние сезонной изменчивости средних месячных расходов воды усиливается.

ВЫВОДЫ

В многолетнем разрезе смена водности Волги в районе о. Бахилковский обусловлена климатическими условиями в Волжском бассейне. Периоды маловодья, многоводья и средней водности на реке характеризуются цикличностью, близкой к климатическому циклу солнечной активности Хейла со средней продолжительностью 22 года.

Внутригодовые изменения расходов воды обусловлены режимом регулирования водного стока Волги на Жигулевской плотине. Амплитуда сезонных колебаний средних месячных расходов воды составляет 2127–33 500 м³/с и значительно превосходит амплитуду межгодовых колебаний средних годовых расходов воды (5270–10 431 м³/с). Наибольшие сезонные колебания средних месячных расходов воды наблюдаются в экстремальные многоводные, а наименьшие – в экстремальные маловодные годы.

Сезонное регулирование расходов воды р. Волги в створе Жигулевской плотины осуществляется без учета природных особенностей внутригодового распределения водного стока. Поэтому нарушена природная взаимосвязь между средними годовыми и средними месячными значениями расходов воды, что не позволяет достоверно прогнозировать наступление экстремально маловодных и экстремально многоводных средних месячных значений расходов воды.

Многолетние и сезонные изменения расходов воды р. Волги в створе Жигулевской плотины являются ключевым фактором развития островной экосистемы, включая динамику русловых процессов и определяя режим функционирования, состав и состояние биологических объектов о. Бахилловский.

Учитывая необходимость сохранения экосистемы заповедного о. Бахилловский, следует внести изменения в нормативный документ «Правила использования водных ресурсов Куйбышевского и Саратовского водохранилищ» в отношении регулирования водного стока в экстремально многоводные и маловодные годы с целью минимизации их негативного воздействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Borshch S.V., Samsonov T.E., Simonov Yu.A, Lvovskaya E.A.* Visualization hydrological phenomena in large river basins using GIS technologies // Tr. Gidrometeorol. Nauchno-Issled. Tsentra Ross. Fed. 2013. No. 349. P. 47–62.
2. *Рулев А.С., Шинкаренко С.С., Кошелева О.Ю.* Оценка влияния гидрологического режима Волги на динамику затопления острова Сарпинский // Ученые записки Казанского университета. Сер. естеств. науки. 2017. Т. 159. Кн. 1. С. 139–151.
3. *Баев И.В., Кудинов К.А.* Самарская Лука и Жигулевский заповедник // Наш друг – природа. Куйбышев: Кн. изд-во. 1979. С. 105–115.
4. *Маккавеев Н.И.* Сток и русловые процессы. М.: МГУ, 1971. 116 с.
5. *Лебедева Г.П., Чап Т.Ф.* Динамика экосистем островов Середыш и Шалыга // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2007. Т. 9. № 1. С. 186–194.
6. *Ерофеев В.В.* Остров Середыш // сб. Памятники природы Куйбышевской области. Куйбышев: Кн. изд-во, 1986. С. 141–142.
7. Летопись природы Жигулевского государственного заповедника за 1960 год / Фонды Жигулевского государств. природного заповедника им. И.И. Спрыгина. 1961. Кн. 1. Рукопись. 218 с.
8. Летопись природы Жигулевского государственного заповедника за 1971–1972 год / Фонды Жигулевского гос. природного заповедника им. И.И. Спрыгина 1976. Кн. 3/10. Рукопись. 319 с.
9. *Кудинов К.А.* Жигулевский государственный заповедник. Куйбышев: Кн. изд-во, 1982. 48 с.
10. *Кудинов К.А.* Жигулевский заповедник // Стационарные исследования геосистем. М.: ИГАН РАН, 1984. С. 140–141.
11. *Кудинов К.А.* Жигулевский заповедник // Заповедники СССР. Заповедники европейской части РСФСР. М.: Мысль, 1989. Ч. 2. С. 208–232.

12. Кудинов К.А. Жигулевский государственный заповедник им. И.И. Спрыгина // Зеленая книга Поволжья: Охраняемые природные территории Самарской области. Самара: Кн. изд-во, 1995. С. 314–328.
13. Файзулин А.И., Замалетдинов Р.И., Литвинчук С.Н., Розанов Ю.М., Боркин А.Я., Ермаков О.А., Ручин А.Б. Лада Г.А. Свинин А.О. Башинский И.В., Чихляев И.В. Видовой состав и особенности распространения зеленых лягушек (*Pelophylax esculentus* complex) на особо охраняемых природных территориях Среднего Поволжья (Россия) // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2018. 3 (Suppl. 1). С.1–16. DOI: 10.24189/ncr.2018.056.
14. Ерофеев В.В. Озеро Кольчужное и остров Середыш. Режим доступа: URL: историческая – самара. рф. (дата обращения: 22.05.2019).
15. Shnitova N.A. Changes in environmentally significant characteristics of hydrological regime of the Lower Volga under runoff control // Arid Ecosystems. 2014. Vol. 4. No. 3. P. 158–168.
16. Беркович К.М. Русловые процессы на реках в сфере влияния водохранилищ. М.: МГУ, 2012. 163 с.
17. Многолетние характеристики притока воды в крупнейшие водохранилища РФ: научно-прикл. справ. СПб.: РПЦ Офорт, 2017. 132 с.
18. Вуглинский В.С. Водные ресурсы и водный баланс крупных водохранилищ СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 223 с.
19. Эрозионные процессы / Н.И. Маккавеев, Р.С. Чалов, М.Ю. Белоцековский и др. М.: Мысль, 1984. 256 с.
20. Селезнева А.В. От мониторинга к нормированию антропогенной нагрузки на водные объекты. Самара: СамНЦ РАН, 2007.107 с.
21. Зайцева И.С. Маловодные годы в бассейне Волги: природные и антропогенные факторы. М.: Наука, 1984.184 с.
22. Селезнев В.А., Селезнева А. В., Беспалова К.В. Антропогенное эвтрофирование крупных водохранилищ Нижней и Средней Волги в условиях глобального потепления климата (Проблемы и пути решения) // Глобальное распространение процессов антропогенного эвтрофирования водоемов: мат-лы между. научно-практ. конф. 2017. С. 151–156.

Для цитирования: Селезнева А.В., Беспалова К.В., Селезнев В.А. Изменение водности реки Волги в районе заповедного острова Бахилковский // *Водное хозяйство России*. 2020. № 1. С. 31-48.

Сведения об авторах:

Селезнева Александра Васильевна, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, лаборатория мониторинга водных объектов, Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук – филиал ФГБУН Самарского Федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИЭВБ РАН – филиал СамНЦ РАН), Россия, 445004, г. Тольятти, ул. Комзина, 10; e-mail: aleks.selezneva@mail.ru

Беспалова Ксения Владимировна, канд. хим. наук, научный сотрудник, лаборатория мониторинга водных объектов, Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук – филиал ФГБУН Самарского Федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИЭВБ РАН – филиал СамНЦ РАН), Россия, 445004, г. Тольятти, ул. Комзина, 10; e-mail: kvbespalova@yandex.ru

Селезнев Владимир Анатольевич, д-р техн. наук, канд. геогр. наук, профессор, главный научный сотрудник, лаборатория мониторинга водных объектов, Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук – филиал ФГБУН Самарского Федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИЭВБ РАН – филиал СамНЦ РАН), Россия, 445004, г. Тольятти, ул. Комзина, 10; e-mail: seleznev53@mail.ru

**THE CHANGE OF THE WATER REGIME OF THE VOLGA RIVER IN
THE AREA OF THE PROTECTED ISLAND BAKHILOVSKY**

Aleksandra V. Selezneva, Ksenia V. Bespalova, Vladimir A. Seleznev

E-mail: aleks.selezneva@mail.ru

RAS Institute of Ecology of the Volga Basin, Russia

Abstract: The ecological state of the protected Islands Seredysh and Shalyga (now Bakhilovsky island) depends on the water content and flow of the Volga River. We have analyzed the long-term changes in the water flow of the Volga River for the period 1958–2017 in the alignment Zhiguli dam, located 12 km upstream from the island. According to the average annual water consumption, there are three periods that differ from each other in water content: low-water period (1958–1976), high-water period (1977–1997) and the period of average water content (1998–2017), with extremely low-water (1967, 1973, 1975, 1976, 1977, 1996) and extremely high-water (1966, 1979, 1981, 1990, 1991, 1994) years. In high-water years, during the passage of the spring flood, the island is almost completely flooded, and in low-water years, during the summer low water, the area of the island increases and changes its configuration.

Key words: water reservoir, the area of the island, water flow, low-water, high-water, the Volga River.

About the authors:

Aleksandra V. Selezneva, Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences, Russian Academy of Sciences Institute of the Volga River Basin Ecology, ul. Komzina, 10, Togliatti, 445004, Russia; e-mail: aleks.selezneva@mail.ru

Kseniya V. Bespalova, Junior Researcher, Candidate of Chemical Sciences, Russian Academy of Sciences Institute of the Volga River Basin Ecology, ul. Komzina, 10, Togliatti, 445004, Russia; Senior Researcher, Togliatti State University, ul. Belorusskaya, 15 (main building), Togliatti, 445020, Russia; e-mail: kvbespalova@yandex.ru

Vladimir A. Seleznev, Laboratory Head, Candidate of Geographical Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian Academy of Sciences Institute of the Volga River Basin Ecology, ul. Komzina, 10, Togliatti, 445004, Russia; Professor, Togliatti State University, ul. Belorusskaya, 15 (main building), Togliatti, 445020, Russia; e-mail: seleznev53@mail.ru

For citation: *Selezneva A.V., Bespalova K.V., Seleznev V.A. The Change of the Water Regime of the Volga River in the Area of the Protected Island Bakhilovsky // Water Sector of Russia. 2020. No. 1. P. 31–48.*

REFERENCES

1. *Borshch S.V., Samsonov T.E., Simonov Y.A., Lvovskaya E.A.* Visualization hydrological phenomena in large river basins using GIS technologies // Tr. Gidrometeorol. Nauchno-Issled. Tsentra Ross. Fed. 2013. No. 349. Pp. 47–62.
2. *Rulev A.S., Shinkarenko S.S., Kosheleva O.Y.* Otsenka vliyaniya gidrologicheskogo rezhima Volgi na dinamiku zatopeniya ostrova Sarpinskiy [Assessment of the Volga hydrological regime on the dynamics of the Sarpinskiy Island flooding] // Ucheniye zapiski Kazanskogo universiteta. Ser. yestestv. nauki. 2017. V. 159. Kn. 1. Pp. 139–151.

3. Bayev I.V., Kudinov K.A. Samarskaya Luka i Zhigulevskiy zapovednik [Samara Luka and Zhiguli natural reserve] // Nash drug-priroda-Kuybyshv: Kn. Izd-vo. 1979. Pp. 105–115.
4. Makkaveyev N.I. Stok i rusloviye protsessy [Runoff and channel processes]. M.: MGU, 1971. 116 p.
5. Lebedeva G.P., Chap T.F. Dinamika ekosistem ostrovov Seredysh i Shalyna [The Seredysh and Shalyna islands ecosystems' dynamics] // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademiiy nauk. 2007. V. 9. No. 1. Pp.186–194.
6. Yerofeyev V.V. Ostrov Seredysh [The Seredysh Island] // sb. Pamyatniki prirody Kuybyshevskoy oblasti. Kuybyshv: Kn. Izd-vo, 1986. Pp. 141–142.
7. Letopis prirody Zhigulevskogo gosudarstvennogo zapovednika za 1960 god [Chronicle of the Zhiguli State Natural Reserve nature over 1960] / Fondy Zhigulevskogo gosudarstv. Prirodnogo zapovednika im. I.I. Sprygina. 1961. Kn. 1. Rukopis. 218 p.
8. Letopis prirody Zhigulevskogo gosudarstvennogo zapovednika za 1971–1972 god / ondy Zhigulevskogo gosudarstv. Prirodnogo zapovednika im. I.I. Sprygina 1976. Kn. 3/10. Rukopis. 319 c.
9. Kudinov K.A. Zhigulevskiy gosudarstvenniy zapovednik [The Zhiguli State Natural Reserve]. Kuybyshev: Kn. Izd-vo, 1982. 48 p.
10. Kudinov K.A. Zhigulevskiy zapovednik // [The Zhiguli Natural Reserve] Statsionarniye issledovaniya geosistem. M.: IGAN RAN, 1984. Pp. 140–141.
11. Kudinov K.A. Zhigulevskiy zapovednik [The Zhiguli Natural Reserve] // Zapovedniki evropeyskoy chasti RSFSR. M: Mysl, 1989. P. 2. Pp. 208–232.
12. Kudinov K.A. Zhigulevskiy gosudarstvenniy zapovednik im. I.I. Sprygina [I.I. Sprygin Zhiguli State Natural Reserve] // Zelenaya kniga Povolzhya: Okhranyaemye prirodniye territoriyi Samarskoy oblasti. Samara: Kn. Izd-vo, 1995. Pp. 314–328.
13. Fayzulin A.I., Zamaletdinov R.I., Litvinchuk S.N., Rozanov Y.M., Borkin L.Y., Yermakov O.A., Ruchin A.B., Lada G.A., Svinin A.O., Bashinskiy I.V., Chikhlayev I.V. Vidovoy sostav i osobennosti rasprostraneniya zelenykh lyagushek (*Pelophylax esculentus* complex) na osobo okhranyayemykh territoriyakh Srednego Povolzhya [Species structure and special features of spreading of green frog (*Pelophylax esculentus* complex) on the specially protected territories of the Middle Volga Rewgion (Russia)] // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2018. 3 (Suppl. 1). Pp. 1–16. DOI: 10.24189/ncr.2018.056.
14. Yerofeyev V.V. Ozero Kolchuzhnoye i ostrov Seredysh [The Lake Kolchuzhnoye and Seredysh Island]. Rezhim dostupa: URL: istoricheskaya - samara. rf. Data obrashcheniif: 22.05.2019.
15. Shumova N.A. Changes in environmentally significant characteristics of hydrological regime of the Lower Volga under runoff control // Arid Ecosystems. 2014. Vol. 4. No. 3. Pp. 158–168.
16. Berkovich K.M. Rusloviye protsessy na rekakh v sfere vliyaniya vodokhranilishch. [Channel processes on the rivers in the sphere of water reservoirs' influence] M.: MGU, 2012. 163 p.
17. Mnogoletniye kharakteristiki pritoka vody v krupneyshiye vodokhranilishcha RF [Many-year characteristics of water input to the major water reservoirs of the RF]: Nauchno-prikl. sprav. SPb.: RPTs Ofort, 2017. 132 p.
18. Vuglinskiy V.S. Vodniye resursy i vodniy balans krupnykh vodokhranilishch SSSR [Water resources and water balance of the major reservoirs of the USSR]. L.: Gidrometeoizdat, 1991. 223 p.
19. Erosive processes / N. I. Makkaveev, R. S. Chalov, M. Yu. Belotsekovsky, and others. M.: Thought, 1984. 256 p.
20. Selezneva A.V. Ot monitoringa k normirovaniyu antropogennoy nagruzki na vodniye obyektly [From monitoring towards normalizing of the anthropogenic load on water bodies]. Samara: SamNTs RAN, 2007. 107 p.
21. Zaytseva I.S. Malovodniye gody v bassejne Volgi: prirodniye i antropogenniye factory [Low-water years in the Volga River basin: natural and anthropogenic factors]. M.: Nauka, 1984. 184 p.
22. Seleznev V.A., Selezneva A.V., Beshpalova K.V. Antropogennoye evtrofirovaniye rupnykh vodokhranilishch Nizhney i Sredney Volgi v usloviyakh globalnogo potepeniya klimata [Anthropogenic eutrophication of the Lower and Middle Volga major reservoirs under the conditions of the global climate changing (Problems and solutions)] // Globalnoye rasprostraneniye protsessov antropogennoego evtrofirovaniya vodoyomov: mat-ly mezhd. nauchno-prakt. konf. 2017. Pp. 151–156.