

ГЕОГРАФИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 556.167.6: 639.3.03 (282.247.36)

М.Б. Киреева¹, В.П. Илич², А.В. Гончаров³, А.Н. Богачев⁴, Н.Л. Фролова⁵, О.М. Пахомова⁶, В.В. Соловьева⁷**ВЛИЯНИЕ МАЛОВОДЬЯ 2007–2015 гг. В БАССЕЙНЕ р. ДОН НА СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

Приведены результаты анализа пространственно-временной изменчивости различных характеристик маловодного периода 2007–2015 гг. Использованы временные ряды годового и сезонного стока, гидробиологические данные о концентрации фитопланктона и численности молоди различных видов рыб. Сделаны выводы о роли маловодного периода в циклах колебаний стока в различных частях бассейна, перераспределении стока внутри года в течение периода экстремально низкой водности, об особенностях чередования лет с различной водностью внутри периода, увеличении обеспеченности речного стока от верховьев к низовьям бассейна. Выявлено существенное увеличение концентрации фитопланктона на Среднем Дону в годы пониженного стока. Для Цимлянского водохранилища показано сокращение воспроизводства большинства видов рыб, вызванное уменьшением площади нерестилищ в годы с низким уровнем воды.

Ключевые слова: сток воды, дефицит стока, маловодье, Дон, Цимлянское водохранилище, обеспеченность, концентрация фитопланктона, ихтиофауна, воспроизводящая способность, сеголеток.

Введение. Бассейн реки Дон занимает площадь 422 тыс. км², на которой в настоящий момент проживает около 29 млн человек. Река Дон и ее притоки являются основными источниками пресной воды для населения. Помимо этого, они играют ключевую роль в таких отраслях, как рыбное хозяйство, рекреация, водный транспорт, гидроэнергетика (Цимлянская ГЭС). В бассейне р. Дон на протяжении нескольких десятилетий происходит сокращение водного стока [Джамалов с соавт., 2013]. Особенно остро дефицит воды начал сказываться с 2007–2008 гг. Маловодье наносит вред хозяйству: водоснабжению, гидроэнергетике судоходству, рекреации [Никаноров, Брызгалов, Кондакова, 2012]. Кроме того, маловодье может привести к существенной трансформации водных экосистем. Можно предположить, что низкий уровень воды способствует эвтрофированию водных объектов, а также – уменьшению рыбных запасов.

Проблема сокращения рыбных запасов в бассейне р. Дон обсуждается давно [Воловик, Косолапов, 2009, Архипов, Яковлев, Болдырев, 2002, Хоружая, Яковлев, 2012]. В качестве причин называют загрязнение рек, строительство плотин, прегражда-

ющих проходным рыбам путь на нерест, нерациональный промысел, браконьерство [Фесенко, 1998; Архипов, 2000; Ратиев, 2003; Калюжная, Хоружая с соавт., 2015, Матишов с соавт., 2016]. В то же время мало внимания уделяется влиянию гидрологических факторов на жизнь рыб, а именно – наблюдаемому на Дону сильному сокращению стока в весеннее время. Снижение уровня воды в реках и водохранилищах весной приводит к тому, что существенно уменьшаются площади нерестилищ многих видов рыб и, следовательно, их воспроизводство, что неизбежно ведет к сокращению рыбных ресурсов, существенной трансформации всей ихтиофауны.

В данной статье особое внимание уделено некоторым аспектам влияния гидрологического фактора на гидробиологические показатели за короткий, но ярко выраженный период маловодья 2007–2015 гг. – на примере рыбного сообщества Цимлянского водохранилища. Для этого же периода рассмотрен вопрос эвтрофирования р. Дон выше Цимлянского водохранилища (ниже г. Воронеж).

Материал и методы исследований. Объектом исследования является бассейн реки Дон – крупней-

¹ Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, м. н. с., канд. геогр. н.; e-mail: kireeva_mb@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши; e-mail: vladilich4@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, вед. науч. с., канд. биол. н.; e-mail: gonch2@rambler.ru

⁴ Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Ростов-на-Дону, зам. директора, кандидат с.-х. н., доцент; e-mail: persyan@gmail.com

⁵ Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, зав. кафедрой, проф., докт. геогр. н.; e-mail: frolova_nl@mail.ru

⁶ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: olupah@mail.ru

⁷ Институт биологии внутренних вод РАН им. И.Д. Папанина, науч. с.; e-mail: veravc2@gmail.com

шей водной артерии юга европейской территории России, зарегулированной в нижнем течении каскадом водохранилищ, крупнейшим из которых является Цимлянское. Для анализа использовались данные многолетних наблюдений на сети гидрологических станций и постов в бассейне Дона. По результатам прошлых исследований [Джамалов с соавт., 2013, 2015] были отобраны репрезентативные посты, расположенные в замыкающих створах крупных притоков, имеющие наиболее продолжительный период непрерывных наблюдений и обладающие условно-естественным водным режимом. В результате выбрано 14 постов (5 на Дону и 9 на притоках (табл. 1, рис. 1). Для них были построены аналитические кривые обеспеченности годового стока по водохозяйственным годам, определены все маловодные годы и периоды, рассчитан дефицит воды маловодий как отношение разницы среднего стока за период маловодья и стока 50%-ой обеспеченности к стоку 50%-ой обеспеченности.

Для характеристики состояния рыб Цимлянского водохранилища использованы сведения ежегодно повторяющихся обловов молоди (сеголетков) рыб на основных нерестилищах водоема, проводившихся сотрудниками института рыбного хозяйства (ФГНУ ГосНИОРХ, Волгоградское отделение) в летние периоды 2003–2015 гг. Именно эти данные в наибольшей степени подходят для решения задачи: оценить влияние колебаний уровня воды в водохранилище на результативность нереста в данном году. Результаты промысловых уловов (за такой короткий промежуток времени – около 10 лет) не подхо-

дят, поскольку уловы данного года зависят от целого ряда условий (нереста, выживания, нагула рыб), складывавшихся в предыдущие годы. Рыбы облавливались волокушей; результат учета представлен как количество рыб, пойманных за один заход волокуши.

Анализ фитопланктона основан на материалах полевых наблюдений. Пробы фитопланктона отбирались ежегодно в конце августа – начале сентября в четырех створах на участке р. Дон от пос. Шилово до пос. Сторожевого. Определяли состав, численность и биомассу водорослей. В данной работе использованы средние для всего участка реки значения.

Результаты исследований и их обсуждение.

Общее описание маловодного периода 2007–2015 гг. Колебания речного стока, как многих других природных процессов, часто имеют циклический характер. Свойство группировки лет повышенной и пониженной водности является характерной чертой стока рек, особенно в маловодный период года [Владимиров, 1976, Евстигнеев, 1990]. Цикличность стока по-разному проявляется в различных бассейнах европейской части России. Наиболее ярко она выражена в колебаниях стока с крупных водосборов, охватывающих наиболее южные территории европейской России – для замыкающих створов рек Дона и Урала, а также низовьев Волги. Для бассейна Дона циклы повышенной и пониженной водности носят ярко выраженный характер [Джамалов с соавт., 2015; Дмитриева, 2015, 2013] и имеют периодичность 11–15 лет. Особенно ярко цикличность стока стала проявляться в Донском бассейне после 1970-го года (рис. 2). Наблюдается синхронность колебаний стока в целом за год и за маловодные периоды года. При этом средняя продолжительность группировок с пониженным стоком составляет 3–5 лет.

Маловодный период 2007–2015 гг. в чем-то схож, а в чем-то отличается от предшествующих аналогичных маловодий. Данное экстремальное гидрологическое событие – далеко не единственное за исторический период гидрометеорологических наблюдений (рис. 3). Похожее маловодье наблюдалось в бассейне Дона в 1972–1977 гг.; тогда отклонение объема годового стока в среднем составляло 8,4 км³. В текущем маловодном периоде этот показатель равен 5,5 км³. Однако из-за рекордной продолжительности маловодных лет недополученный сток за 2007–2015 гг. составил рекордные 44,3 км³. В маловодный период 1972–1977 гг. дефицит составил 42 км³ (табл. 2).

Интересной особенностью маловодья 2007–2015 гг. явилась его пространственная неоднородность. Если проанализировать многолетние колебания водности в верхней, средней и нижней частях бассейна по створам, расположенным непосредственно на р. Дон, то станет видно, что на Верхнем Дону (рис. 3, А) в последние годы водность была близка к среднемноголетним показателям или даже превышала их. Здесь наиболее маловодными были 1973–1977 гг., объем дефицита составил 6,3 км³, а

Таблица 1

Створы, используемые при пространственном анализе маловодья

№	Река	Пост	Площадь водосбора, км ²
1	Дон	Задонск	31 100
2	Дон	Лиски	69 500
3	Дон	Беляевский	204 000
4	Дон	Казанская	102 000
5	Дон	Раздорская	378 000
6	Красивая Меча	Ефремов	3 240
7	Сосна	Елец	16 300
8	Воронеж	Липецк	15 300
9	Битюг	Бобров	7 650
10	Хопер	Бесплемяновский	44 900
11	Медведица	Арчединская	33 700
12	Иловля	Александровка	6 520
13	Чир	Обливская	8 540
14	Северский Донец	Белая Калитва	80 900



Рис. 1. Бассейн р. Дон и створы, используемые в исследовании

Fig. 1. The Don River basin and the gauging stations used for the study

отклонение среднегодового объема стока от нормы – 1,6 км³. Последний маловодный период наблюдался здесь и в конце 1980-х – начале 1990-х гг., дефицит водных ресурсов составил тогда 5,1 км³. Для более детального анализа вклада различных частей бассейна и различных притоков в формирование дефицита воды в нижнем течении были построены карты обеспеченностей стока за отдельные годы и маловодный период 2007–2015 годов в целом.

Таким образом, для верховьев бассейна последнее десятилетие можно считать многоводным

(рис. 4). Особенно это характерно для р. Красивая Меча. Незначительно выше обеспеченности на Дону в створе г. Задонск. В бассейнах практически всех притоков наблюдается чередование лет относительно высокой и относительно низкой водности. Так, например 2009, 2011, 2014 гг. явно выделяются среди других как наиболее маловодные во всех бассейнах. Обеспеченность стока в эти годы для большинства притоков Среднего и Нижнего Дона превышала 80%. Наиболее существенный вклад в формирование маловодного периода вносят лево-

Таблица 2

Характеристика маловодных периодов для г/п ст. Раздорская

Маловодный период, гг.	Длительность, лет	Среднегодовой объем стока за маловодный период	Отклонение от среднего стока	Недополученный сток за маловодный период
		км ³		
1938–1940	2	16,0	4,9	9,8
1949–1951	2	12,7	8,2	16,4
1972–1977	5	12,5	8,4	42,0
2007–2015	8	15,4	5,5	44,3

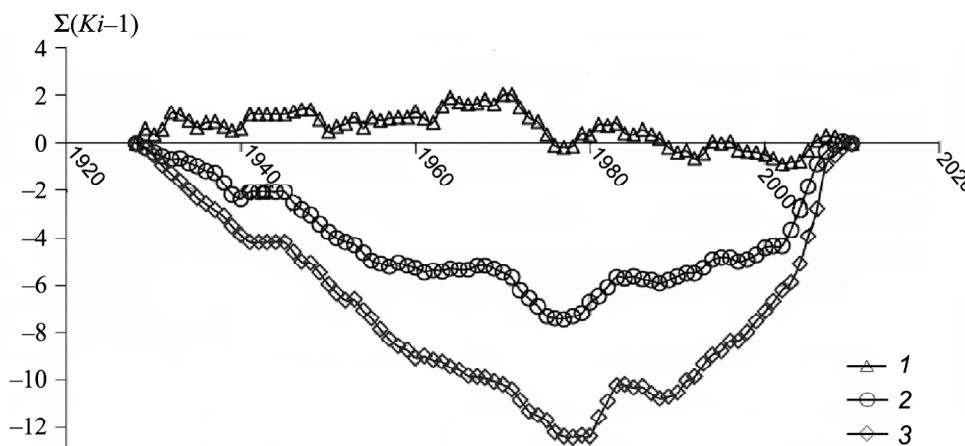


Рис. 2. Разностно-интегральная кривая р. Дон – ст. Казанская для годового (1), минимального месячного за летне-осенний (2) и зимний (3) период

Fig. 2. Integrative differential curve of the Don River – Kazanskaya St. for the annual (1) and minimum monthly during summer-autumn (2) and winter (3) periods

бережные крупные притоки – р. Хопер и р. Медведица, а также р. Северский Донец, зарегулированный каскадом водохранилищ. Для створа р. Дон – х. Беляевский, являющегося замыкающим с точки зрения притока воды в Цимлянское водохранилище, обеспеченность годового стока за маловодный период варьировала от 40 до 90%, в среднем составляя 70%. Наиболее маловодными оказались 2009, 2011 и 2014 гг., когда обеспеченность годового стока составляла 88, 91 и 92%.

Состояние рыбного сообщества во многом отражает общее состояние экосистемы в целом, поскольку рыбы являются замыкающим звеном пищевой цепи. На рис. 5, А представлены сведения об изменении апрельских уровней воды в Цимлянском водохранилище в разные годы и соответствующая им численность сеголетков всех выловленных видов рыб. Видно достаточно хорошее соответствие между сопоставляемыми характеристиками (рис. 5, Б). Эту связь можно интерпретировать следующим образом: при низком уровне воды в водохранилище весной (в апреле) существенно уменьшаются площади нерестилищ. Соответственно сокращается количество отложенной икры, вылупившихся личинок, количество мальков (сеголетков), вылавливаемых во время контрольных обловов во второй половине лета.

Известно, что разные виды рыб используют разные нерестовые субстраты. Из табл. 3, в которой представлены результаты обловов сеголетков

Таблица 3

Относительные показатели урожайности молоди рыб (шт./замет) в Цимлянском водохранилище в 2015 г. и среднемноголетние 2002–2014 гг.

Виды рыб	2015	2002–2014
<i>Промысловые</i>	74,6	274,2±57,6
Плотва	18,7	158,4±39,0
Густера	15,4	53,1±13,7
Карась серебряный	22,9	22,0±5,9
Окунь	0,9	13,7±1,9
Лещ	2,0	13,1±1,6
Щука	0,0	0,7±0,1
Судак	4,7	0,5±0,1
Сазан	1,4	0,2±0,1
<i>Прочие промысловые</i>	9,6	26,8±0,6
<i>Непромысловые</i>	154,2	309,2±47,6
Уклейка	9,0	64,4±24,5
Бычки	137,3	57,4±9,5
Тюлька	1,5	13,5±8,2
<i>Прочие непромысловые</i>	15,5	27,4±0,9

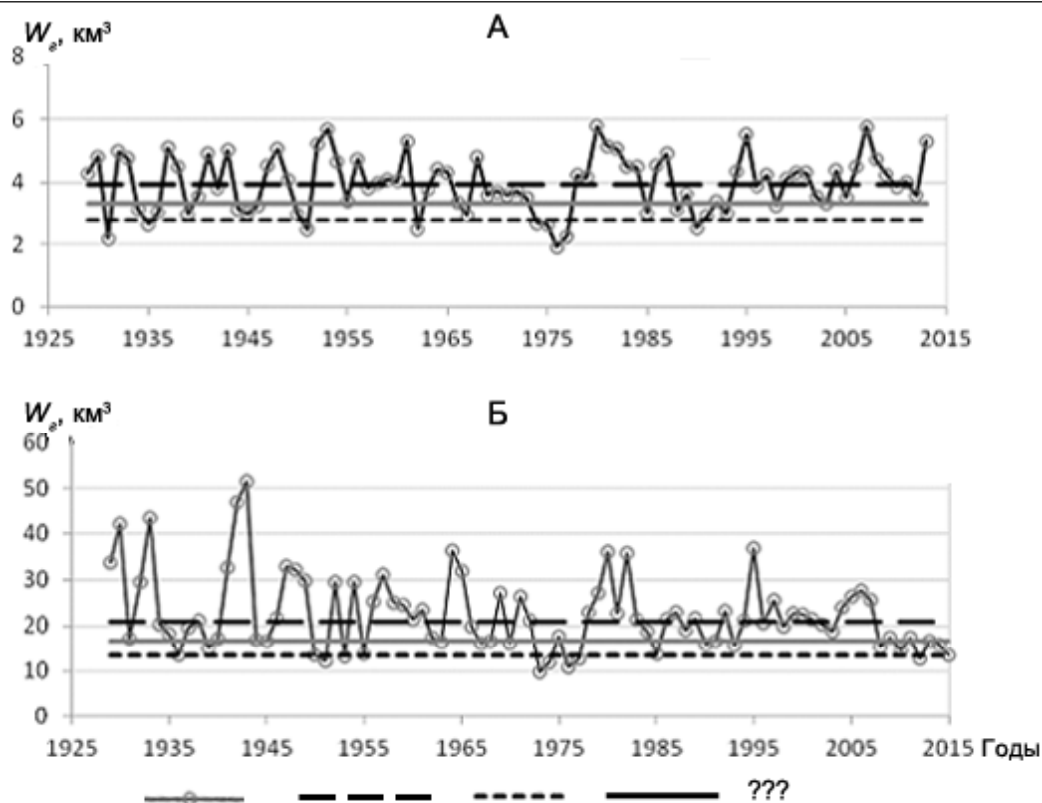


Рис. 3. Многолетние колебания объемов стока р. Дон (I) в сравнении с пороговыми значениями 90% (2), 75% (3) и 50% (4) обеспеченности в створах: А – г. Задонск, Б – ст. Раздорская

Fig. 3. Long-term variations of the Don River annual runoff (I) in comparison with the threshold values of 90% (2), 75% (3) and 50% (4) probability at the gauges: А – Zadonsk town, Б – st. Razdorskaya

Цимлянского водохранилища, видно, что основная часть рыб – представители карповых: плотва, густера, карась, лещ, уклейка, сазан. Большая часть этих видов нерестится весной, откладывая икру на залитую половодьем прошлогоднюю растительность. И если весной мало воды и уровень водохранилища низок, как это было в 2015 г. то значительные площади нерестилищ оказываются неиспользованными (рис. 6). При колебаниях уровня воды весной уже отложенная икра может обсохнуть и погибнуть.

По данным табл. 3 видно, что на некоторые виды рыб маловодье 2015 г. не оказало отрицательного влияния. К ним относятся бычки, судак, карась. Причина этого заключается в следующем. Бычки (а их в Цимлянском водохранилище около 10 видов, которые не идентифицировались во время обловов) обычно нерестятся не на растительности, а на песчано-каменистом грунте. Причем для них характерна забота о потомстве: самец строит гнездо и охраняет его после откладки икры; нерест растянут во времени. Судак нерестится на песчаном грунте, а серебряный карась, как поздненерестящиеся рыба – на подводной растительности, развивающейся в мае–июне.

Таким образом, результаты проведенного исследования показывают, что маловодья и низкий уровень воды оказывают негативное влияние на воспроизводство большинства рыб Цимлянского водохранилища – вследствие сокращения площади

нерестилищ. При этом ослабление связи числа сеголетков с уровнем при величине последнего более 590 см (рис. 5, Б) можно расценивать как свидетельство того, что ниже этого значения уровень является главным лимитирующим фактором, а выше его – существенное влияние на воспроизводство рыб могут оказывать другие факторы, такие как, температура воды, количество и состав производителей, кормовая база, присутствие хищников и т. п.

Характеристика фитопланктона. Как видно из данных табл. 4, основная часть фитопланктона на рассматриваемом участке р. Дон представлена наиболее часто встречаемыми в реках группами: диатомовыми (47,3% от общей биомассы), зелеными

Таблица 4

Биомасса и численность фитопланктона на участке р. Дон между пос. Шилово и пос. Сторожевое; средние за 2004–2015 гг. значения

Отдел	Биомасса		Численность	
	мг/л	%	тыс. кл/л	%
Диатомовые	4,1	47,3	6705	10,4
Зеленые	2,3	26,1	21 880	33,8
Синезеленые	2,0	23,2	260	0,4
Прочие	0,3	3,4	35 894	55,4
Итог	8,8	100,0	64 739	100,0

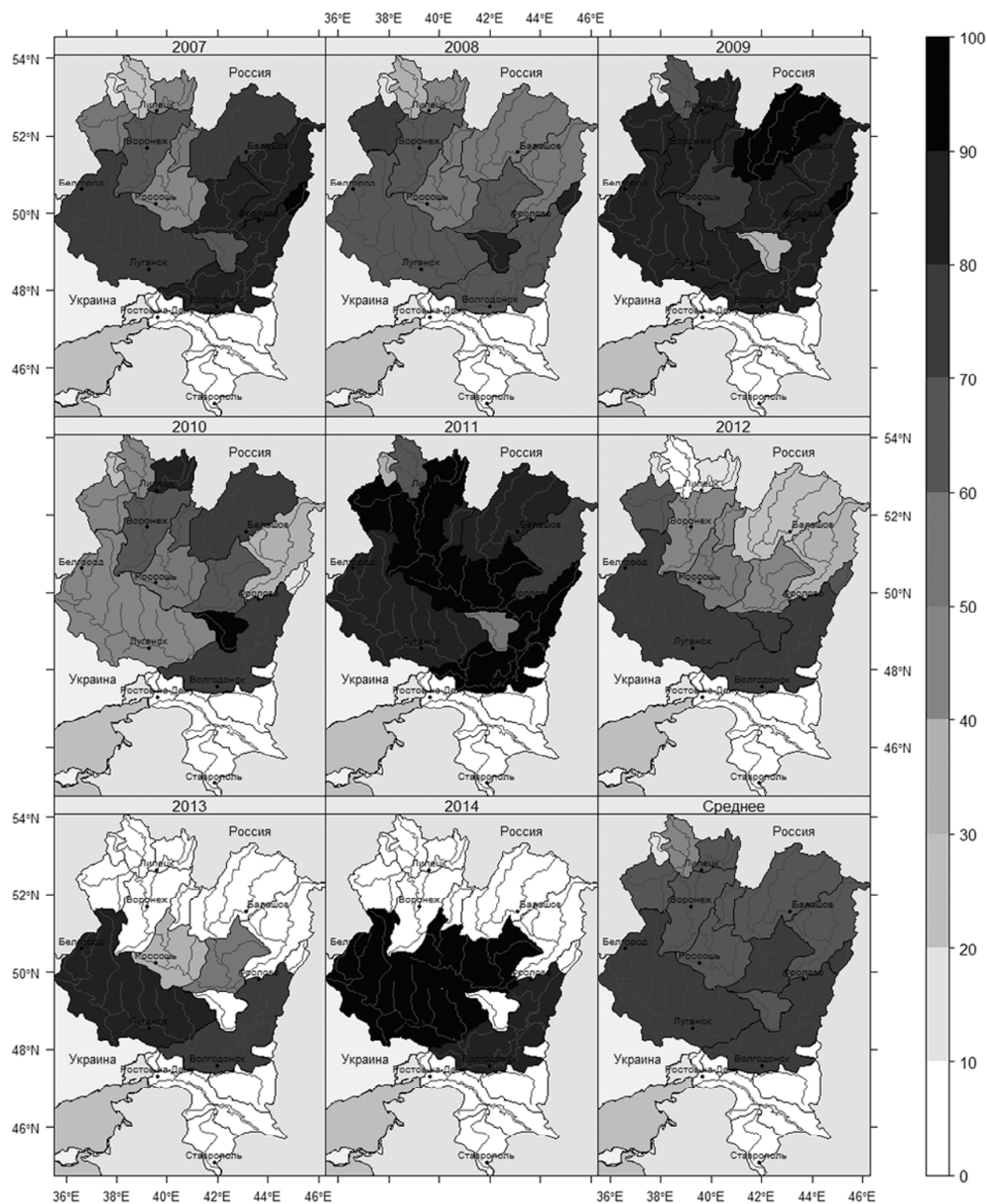


Рис. 4. Обеспеченность стока рек бассейна Дона по водохозяйственным годам (XI-X) за маловодный период 2007–2015 гг.

Fig. 4. Annual runoff probability for the Don River basin rivers by hydrological years (XI-X) for 2007–2015 extreme low flow period

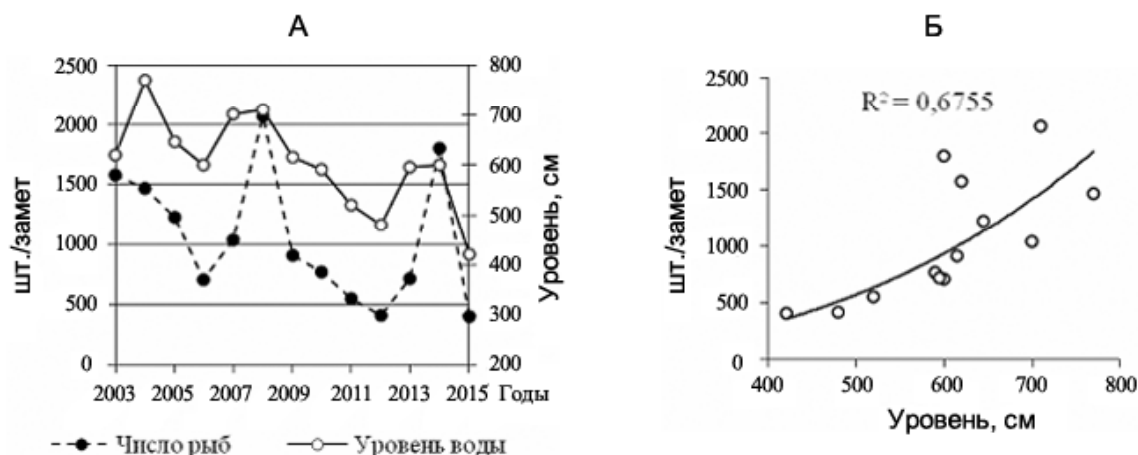


Рис. 5. Изменение численности сеголеток (1) и апрельских уровней воды (2) в Цимлянском водохранилище (А); связь между рассматриваемыми параметрами (Б) (1) и (2) ??(убрать??)

Fig. 5. Changes in the numbers of the yearlings (1) and the April water levels (2) in the Tsymlyansk reservoir (А); correlation between the above parameters (Б)



Рис. 6. Незалитые нерестилища Чирского залива Цимлянского водохранилища (7 мая 2015 г.)

Fig. 6. Dried spawning areas in the Chir Bay of the Tsymlyansk reservoir on May 7, 2015

(26,1%) и синезелеными (23,2%) водорослями. Биомасса 8,8 мг/л свидетельствует о высоком трофическом статусе водного объекта (эвтрофное состояние) [Трифорова, 1990]. По численности преобладают синезеленые водоросли, представленные мелкоклеточными видами родов *Microcystis*, *Merismopedia*, *Aphanizomenon*.

Вместе с тем, концентрация водорослей по годам изменяется. Как видно из рис. 7, Б, имеется связь между фитопланктоном и расходом воды в р. Дон (у ст. Казанской) в период исследования: чем больше расход, тем меньше биомасса фито-

планктона. Это связано с тем, что высокая скорость течения неблагоприятно влияет на развитие фитопланктона. Кроме того, в маловодье река лучше прогревается, в ней может увеличиваться содержание биогенных элементов. В маловодные годы значительного развития достигает фитопланктон придаточных водоемов, прудов и водохранилищ в бассейне Дона (в частности, Воронежского водохранилища); из этих водоемов водоросли поступают в русло р. Дон.

В результате, в годы с низким уровнем воды биомасса фитопланктона в отдельных створах мо-

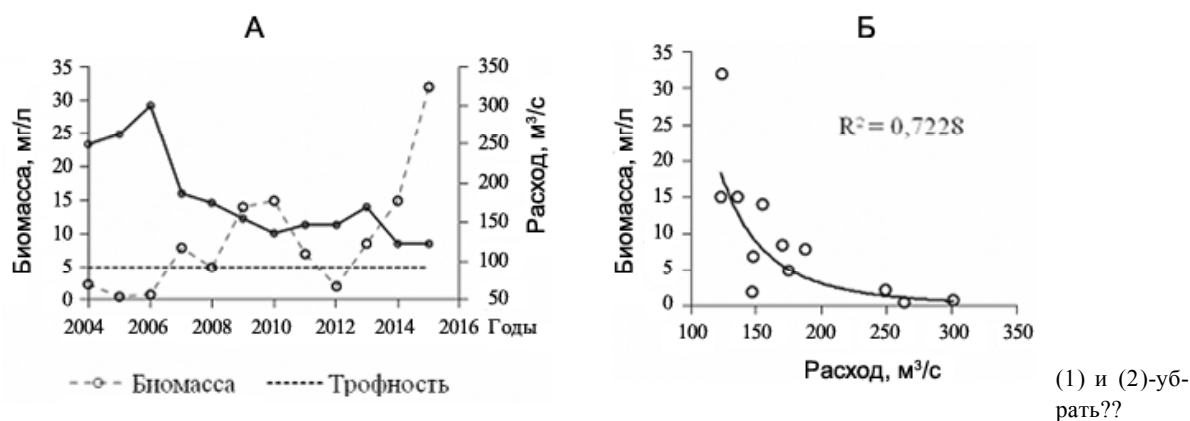


Рис. 7. Изменение количества биомассы фитопланктона (1) и расхода воды (2) в р. Дон (А); связь между рассматриваемыми параметрами (Б); пунктирной линией показана граница между мезотрофным и эвтрофным состоянием водоемов

Fig. 7. Changes in the amounts of phytoplankton biomass (1) and river discharges (2) in the Don River (А); correlation between the above parameters (Б); the boundary between mesotrophic and eutrophic conditions is shown with pecked line

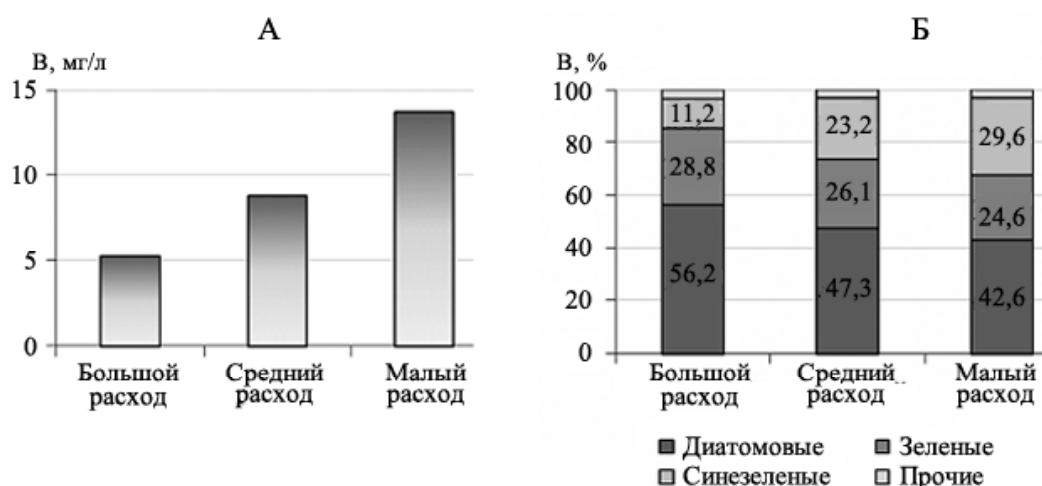


Рис. 8. Изменение биомассы (А) и состава (Б) фитопланктона при разных расходах воды в р. Дон (по средним за 2004–2015 гг. значениям)

Fig. 8. Changes in the phytoplankton biomass (А) and composition (Б) under different water discharges of the Don River (averaged values for 2004–2015)

жет достигать 15–30 мг/л, свидетельствуя об эвтрофном (гипертрофном) состоянии – при котором качество воды сильно ухудшается. На **рис. 8, А** наглядно проявляется разница содержания фитопланктона реки в годы с разным расходом воды (за малый расход принят $Q < 150 \text{ м}^3/\text{с}$, большой – $Q > 150 \text{ м}^3/\text{с}$, средний уровень развития фитопланктона подсчитан по всем значениям). На **рис. 8, Б** видно также, что с уменьшением расходов воды уменьшается доля диатомовых водорослей и, наоборот, увеличивается процент синезеленых, что свидетельствует о возрастании лимнофильности планктона и эвтрофировании реки [Гончаров, 2007].

Выводы:

– возникновение маловодных периодов на р. Дон является типичным явлением. Однако маловодье 2007–2015 гг. стало рекордным по своей продолжи-

тельностью, которая составила 8 лет. Интересной особенностью маловодного периода является его пространственная неоднородность. В верховьях бассейна последнее десятилетие можно считать близким по водности к среднемуголетним значениям. Основной вклад в формирование маловодья вносят правобережные притоки – р. Хопер и р. Медведица. Также существенную роль в формирование дефицита воды вносил в последние годы сток р. Северский Донец. Асинхронное чередование маловодных лет в этих бассейнах и их суперпозиция привели к формированию столь продолжительного маловодного периода на Нижнем Дону;

– в маловодные годы, при низком уровне воды в Цимлянском водохранилище, резко снижается эффективность нереста рыб, большинство которых являются весенне-нерестящимися филогенами. Это обусловлено тем, что нерестилища этих рыб, откла-

дывающих икру весной на растительность предыдущего года, не заливаются водой. Наибольший урон воспроизводству рыб наносится при снижении уровня воды в водохранилище ниже 590 см;

– рыбы, откладывающие икру на песчаном грунте, поздненерестящиеся, с растянутым во времени нерестом, а также проявляющие заботу о потомстве (судак, бычки, карась, сазан) оказываются в более выгодном положении. Их численность в маловодье возрастает, приводя к существенной трансформации видовой структуры ихтиоценоза;

– маловодье приводит к эвтрофированию р. Дон (на участке пос. Шилово – пос. Сторожевое) вследствие создания благоприятных условий для развития водорослей в самой реке, ее придаточных водоемах, прудах, водохранилищах. При малых расходах воды (меньше 150 м³/с в районе ст. Казанской) биомасса фитопланктона может достигать 15–30 мг/л, свидетельствуя о гипертрофном состоянии реки. В это время резко увеличивается количество сине-зеленых водорослей и ухудшается качество воды в реке.

Благодарности: Исследование выполнено при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых МК-2331.2017.5, а также гранта РФФИ № 16-35-60080 в части методологии анализа исходной информации, гранта РНФ № 14-17-00155 в части исходной информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства. Режим доступа: <http://azniir.kh.ru/>

Архипов Е.М. О причинах снижения уловов рыбы в Верхнем Дону // Современные достижения рыбохозяйственной науки России. Мат-лы научно-практической конф., посвященной 100-летию со дня основания Саратовского отделения ГосНИОРХ. Саратов, 2000. С. 9–11.

Архипов Е.М., Яковлев С.В., Болдырев В.С. Видовой состав ихтиофауны бассейна реки Дон выше плотины Цимлянской ГЭС // Сб. ГосНИОРХ. Рыбохозяйственные исследования в бассейне Волго-Донского междуречья на современном этапе (к 50-летию Волгоградского отделения ГосНИОРХ). СПб: ООО «Квинта Северо-Запад», 2002. С. 62–68.

Владимиров А.М. Сток рек в маловодный период года. Л.: Гидрометеоздат, 1976. 279 с.

Воловик Г.С., Воловик С.П., Косолапов А.Е. Водные и биологические ресурсы Нижнего Дона: состояние и проблемы управления. Новочеркасск: СевКавНИИВХ, 2009. 302 с.

Гончаров А.В. Сравнение водохранилищ московско-вазуской водной системы по количественному развитию фитопланктона и степени эвтрофирования // Водные ресурсы. 2007. Т. 34. № 1. С. 78–82.

Дмитриева В.А., Маскайкина С.В. Изменчивость водного режима в верховье Донского бассейна в современный климатический период // Вестн. Воронежского гос. ун-та. Сер. География. Геоэкология. 2013. № 1. С. 17–21.

Дмитриева В.А., Бучик С.В. Генезис максимумов водности рек и изменчивость водного режима в современный климатический период // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2016. № 5. С. 49–62.

Евстигнеев В.М. Речной сток и гидрологические расчеты. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. 304 с.

Калюжная Н.С., Хоружая В.В., Калюжная И.Ю., Сохина Э.Н. Основные факторы воздействия на условия естественного воспроизводства водных биоресурсов Верхнего плеса Цимлянского водохранилища // Актуальные проблемы аквакультуры в современный период. Мат-лы Международной научной конф., 28 сентября – 2 октября 2015 г. Ростов-на-Дону, ФГБНУ «АзНИИРХ». Изд-во ФГБНУ «АзНИИРХ», 2015. С. 76–79.

Матишов Г.Г., Степаньян О.В., Харьковский В.М., Старцев А.В., Булышева Н.И., Семин В.В., Соьер В.Г., Кренева К.В., Глуценко Г.Ю., Свистунова Л.Д. Особенности водной экосистемы Нижнего Дона в позднесенний период // Водные ресурсы. 2016. Т. 43. № 6. С. 620–632.

Никаноров А.М., Брызгалов В.А., Кондакова М.Ю. Реки России. Часть V. Реки Приазовья (гидрохимия и гидроэкология). Ростов н/Д: «НОК», 2012. 316 с.

Ратиев В.Н. О мерах по сохранению водных биоресурсов в бассейне Цимлянского водохранилища // Рыб. х-во. 2003. № 2. С. 43–45.

Трифонов И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. JL: Наука, 1990. 179 с.

Фесенко Г.М. Многолетняя динамика видового состава молоди рыб Цимлянского водохранилища // Сб. трудов ГосНИОРХ. С.-Пб., 1998. Вып. 323. С. 61–75.

Хоружая В.В., Яковлев С.В. Многолетняя динамика эффективности размножения рыб в приплотинном плесе Цимлянского водохранилища // Глобальная ядерная безопасность. 2012. Спецвыпуск (3). С. 21–28.

Dzhamalov R.G., Frolova N.L., Safronova T.I., Telegina A.A., Bugrov A.A. Distribution and use of present day water resources in European Russia // Water Resources. Maik Nauka/Interperiodica Publishing (Russian Federation). 2015. Т. 42. № 1. С. 28–37.

Поступила в редакцию 07.09.2017

Принята к публикации 21.05.2018

M.B.Kireeva¹, V.P.Ilich², A.V.Goncharov³, A.N.Bogachev⁴,
N.L.Frolova⁵, O.M.Pakhomova⁶, V.V.Solovieva⁷

INFLUENCE OF 2007–2015 EXTREME LOW FLOW PERIOD IN THE DON RIVER BASIN ON WATER ECOSYSTEMS

The results of analyzing the spatiotemporal variations of 2007–2015 low-flow period parameters are presented. Time-series data on the annual and seasonal runoff were used, as well as hydrobiological data on phytoplankton concentrations and young fish numbers for different species. The role of low-flow period in cyclic runoff oscillations in different parts of the basin, seasonal flow redistribution during the extreme low-flow period, interchange of relatively high-water years with relatively low-water years within the period and the increase of water flow probability from the river source to its mouth is discussed. A considerable decrease in phytoplankton concentration in the middle reaches of the Don River during the low-water years was revealed. The decreasing reproduction of the majority of fish species is characteristic of the Tsimlyansk reservoir caused by the shrinkage of spawning areas during the low-water years.

Key words: river runoff, water scarcity, the Don River, the Tsimlyansk reservoir, probability, concentration of phytoplankton, fish fauna, reproducing ability, yearlings.

Acknowledgements. The study was financially supported by the grant of the President of Russian Federation for the state support of young Russian scientists MK-2331.2017.5, the Russian Foundation for Basic Research in part of the methodology of source information analysis (project № 16-35-60080), and the Russian Science Foundation in part of the source data (project № 14-17-00155).

REFERENCES

- Arhipov E.M. O prichinah snizheniya ulovov ryby v Verhnem Donu [About the reasons for the decline in fish catches in the upper reaches of the Don River] // *Sovremennye dostizheniya rybohozhajstvennoj nauki Rossii. Mat-ly nauchno-prakticheskoy konf., posvjashhennoj 100-letiju so dnja osnovanija Saratovskogo otdelenija GosNIORH. Saratov, 2000. S. 9–11 (in Russian).*
- Arhipov E.M., Jakovlev S.V., Boldyrev V.S. Vidovoj sostav ihtiofauny bassejna reki Don vyshe plotiny Tsimlyanskoj GES [The species composition of ichthyofauna in the basin of the Don River above the Tsimlyansk reservoir dam] // *Sb. GosNIORH. Rybohozhajstvennye issledovanija v bassejne Volgo-Donского mezhdurech'ja na sovremennom jetape (k 50-letiju Volgogradskogo otdelenija GosNIORH). SPb: OOO «KvintaSevero-Zapad», 2002. S 62–68 s. (in Russian).*
- Azovskij nauchno-issledovatel'ski j institut rybnogo hozjajstva. [The Azov Sea research fisheries Institute] Rezhim dostupa: <http://azniirkh.ru/> (in Russian).
- Dmitrieva V.A., Buchik S.V. Genezis maksimumov vodnosti rek i izmenchivost' vodnogo rezhima v sovremennyj klimaticheskij period [The genesis of maximum water availability and variability of water regime in recent climatic period] // *Vodnoe hozjajstvo Rossii: problemy, tehnologii, upravlenie. 2016. № 5. S. 49–62 (in Russian).*
- Dmitrieva V.A., Maskajkina S.V. Izmenchivost' vodnogo rezhima v verhov'e Donskogo bassejna v sovremennyj klimaticheskij period [Variability of water regime in the upper part of the Don River basin in recent climatic period] // *Vestnik Voronezhskogo gos. un-ta. Ser. Geografija. Geojekologija. 2013. № 1. S. 17–21 (in Russian).*
- Dzhamalov R.G., Frolova N.L., Safronova T.I., Telegina A.A., Bugrov A.A. Distribution and Use of Present Day Water Resources in European Russia // *Water Resources, MaikNauka/Interperiodica Publishing (Russian Federation). 2015. T. 42. № 1. P. 28–37.*
- Evstigneev V.M. Rechnoj stok i gidrologicheskie raschety. [River runoff and hydrological calculations] M.: Izd-vo MGU, 1990. 304 s. (in Russian).
- Fesenko G.M. Mnogoletnjaja dinamika vidovogo sostava molodi ryb Cimljanskogo vodohranilishha [Long-term dynamics of species composition of the juvenile fish in the Tsimlyansk reservoir] // *Sb. Trudov GosNIORH. S.-Pb., 1998. Vyp. 323. S. 61–75 (in Russian).*
- Goncharov A.V. Sravnenie vodohranilishh moskvoreckovazuzskoj vodnoj sistemy po kolichestvennomu razvitiyu fitoplanktona i stepeni evtrofikirovanija [Comparison of reservoirs of the Moskva-Vazuz water system in terms of the quantitative development of phytoplankton and the degree of eutrophication] // *Vodnye resursy. 2007. T. 34. № 1. S. 78–82 (in Russian).*
- Horuzhaja V.V., Jakovlev S.V. Mnogoletnjaja dinamika jeffektivnosti razmnozhenija ryb v priplotinnom plese Cimljanskogo vodohranilishha [Long-term dynamics of the efficiency of fish reproduction in the dam reach of Tsimlyansk water reservoir] //

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Land Hydrology, Junior Scientific Researcher, PhD. in Geography; e-mail: kireeva_mb@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Land Hydrology, master student (в русском варианте нет данных – М.А.); e-mail: vladilich4@mail.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Land Hydrology, Leading Scientific Researcher, PhD. in Biology; e-mail: gonch2@rambler.ru

⁴ The Azov Sea Research Fisheries Institute, Rostov-na-Donu, Deputy Director, PhD. in Agricultural Sciences, Associate Professor; e-mail: persyan@gmail.com

⁵ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Land Hydrology, Head of the Department, Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: frolova_nl@mail.ru

⁶ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Land Hydrology, Scientific Researcher, PhD. in Geography; e-mail: olpah@mail.ru

⁷ Papanin Institute for Biology of Inner Waters, RAS, Scientific Researcher; e-mail: veravc2@gmail.com

Global'naja jadernaja bezopasnost'. 2012. Specvypusk (3). S. 21–28 (in Russian).

Kaljuzhnaja N.S., Horuzhaja V.V., Kaljuzhnaja I.Ju., Sohina Je.N. Osnovnye factory vozdejstviya na uslovija estestvennogo vosproizvodstva vodnyh bioresursov Verhnego pljosa Cimljanskogo vodohranilishha [Key factors influencing the conditions of natural reproduction of water biological resources in the upper reach of Tsimlyansk reservoir] // Aktual'nye problemy akvakul'tury v sovremennyj period. Mat-ly Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, 28 sentjabrja – 2 oktjabrja 2015 g., g. Rostov-na-Donu, FGBNU «AzNIIRH». Izd-vo: FGBNU «AzNIIRH», 2015. S. 76–79 (in Russian).

Matishov G.G., Stepan'jan O.V., Har'kovskij V.M., Starcev A.V., Bulysheva N.I., Sjomin V.V., Sojer V.G., Krenjova K.V., Glushhenko G.Ju., Svistunova L.D. Osobennosti Vodnoj Jekosistemy Nizhnego Dona v pozdneosennij period [Specific features of aquatic ecosystem of the Lower Don River in late autumn period] // Vodnye Resursy. 2016. T. 43. № 6. S. 620–632 (in Russian).

Nikanorov A.M., Bryzgalo V.A., Kondakova M.Ju. Reki Rossii. Chast' V. Reki Priazov'ja (gidrohimija i gidrojekologija): monografija. [The rivers of Russia. Part V. The Rivers of the Azov Sea basin (hydrochemistry and Hydroecology)]. Rostov n/D: «NOK», 2012. 316 s.

Ratiev V.N. O merah po sohraneniu vodnyh bioresursov v bassejne Cimljanskogo vodohranilishha [About the measures on preservation of water biological resources in the basin of the Tsimlyansk reservoir] // Ryb. h-vo. 2003. № 2. S. 43–45 (in Russian).

Trifonova I.S. Jekologija i suksessija ozernogo fitoplanktona. [Ecology and succession of lake phytoplankton] JL: Nauka, 1990. 179 s. (in Russian).

Vladimirov A.M. Stok rek v malovodnyj period goda. [The river flow during dry period of the year]. L.: Gidrometeoizdat, 1976. 279 s. (in Russian).

Volovik G.S., Volovik S.P., Kosolapov A.E. Vodnye i biologicheskie resursy Nizhnego Dona: sostojanie i problemy upravlenija. [Water and biological resources of the Lower Don River: the state and problems of management]. Novocherkassk: SevKavNIIVH, 2009. 302 s. (in Russian).

Received 07.09.2017

Accepted 21.05.2018