

**СОКРАЩЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ КРОВСОСУЩИХ МОШЕК В ВОЛГОГРАДЕ ВО ВРЕМЯ  
ЧЕМПИОНАТА МИРА ПО ФУТБОЛУ 2018 ГОДА, КАК СПЕЦИАЛЬНАЯ ЗАДАЧА  
КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ  
КАСКАДА ВОДОХРАНИЛИЩ<sup>1</sup>**

© 2019 г. С.Е. Беднарук\*, \*\*, Н.А. Дильман\*\*, А.В. Мاستрюкова\*\*, В.В. Чуканов\*, \*\*

*\*Институт водных проблем РАН*

*Россия, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3*

*\*\*Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева,*

*информационно-аналитический центр регистра и кадастра*

*Россия, 124551, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49. E-mail: 4yk@vodinfo.ru*

Поступила в редакцию 09.03.2019. После доработки 24.05.2019. Принята к публикации 24.05.2019.

Ежегодно на территории Волгоградской и Астраханской областей с конца мая по июль наблюдается массовый вылет кровососущих мошек. Мошки отличаются назойливым поведением, а укусы их очень болезненны, чем доставляют дискомфорт людям и животным. Во второй половине июня 2018 г. в Волгограде должны были пройти матчи чемпионата мира по футболу. Угроза массового вылета мошек в это время могла негативно сказаться на обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия, что неминуемо повлекло бы за собой нарушение правительственных гарантий, данных Международной федерации футбольных ассоциаций. На основании имевшихся сведений о зависимости численности и сроков вылета мошки от параметров весеннего половодья на Нижней Волге (объема стока, максимальных уровней и характера их спада) в качестве одной из мер было предложено установить такой режим сбросов воды из Волгоградского водохранилища, который снизил бы вероятность вылета мошек в период проведения игр чемпионата. Осуществление такого режима сбросов являлось сложной и комплексной задачей, так как требовало увязки с работой вышележащих водохранилищ и удовлетворения требований участников водохозяйственного комплекса как на самой Нижней Волге, так и на водохранилищах Волжско-Камского каскада. При этом следовало учитывать располагаемые водные ресурсы и недостаточную надежность и детализацию прогнозов притока воды.

*Ключевые слова:* Нижняя Волга, Волжско-Камский каскад, специальный весенний попуск, комплексное использование водных ресурсов, кровососущие мошки, чемпионат мира по футболу 2018 года.

**DOI: 10.24411/1993-3916-2019-10077**

При формулировании цели и задачи комплексного использования водных ресурсов чаще всего используются экономические понятия и критерии. В условиях планового социалистического хозяйства СССР таким критерием являлось удовлетворение нужд населения и различных отраслей народного хозяйства (Справочник ..., 2013). В наиболее сложных случаях в число отраслей входили энергетика, водный транспорт, ирригация, рыбное хозяйство, борьба с половодьями и паводками (Крицкий, Менкель, 1952). В отношении капиталистической экономики термин «народное хозяйство» практически не используется, однако и здесь до середины XX века многоцелевое управление водными ресурсами осуществлялось в основном по экономическим критериям (Loucks et al., 2005).

В современной практике управления водными ресурсами кроме экономических задач рассматриваются также социальные, экологические и даже политические задачи. В последние годы

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, грант №17-77-30006, «Новое поколение моделей, методов и технологий для противодействия современным угрозам водной безопасности».

особое внимание уделяется вопросам устойчивого развития (ASCE, 1998), хотя среди специалистов до сих пор нет единого представления о том, что такое устойчивое развитие в области водных ресурсов (Simonovic, 2009).

Несмотря на многообразие задач комплексного использования водных ресурсов основными всё же остаются те функции водохозяйственных систем, которые были возложены на них при проектировании. Однако в ходе эксплуатации водохранилищ и водохозяйственных систем зачастую возникают задачи, которые не были предусмотрены проектом и не свойственны водному хозяйству вообще. Примером может служить регулирование режимов работы Волжско-камского каскада в 2015 году, когда в г. Казани проходил чемпионат мира по водным видам спорта. Тогда в течение трех дней в Куйбышевском водохранилище в месте проведения соревнований по хай-дайвингу (река Казанка) поддерживался заданный постоянный уровень воды за счет согласованной работы гидроузлов трех водохранилищ: Чебоксарского, Нижнекамского и Куйбышевского.

Во II квартале 2018 года в связи с проведением матчей чемпионата мира по футболу в г. Волгограде по инициативе Комитета природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области (далее – Облкомприроды) была поставлена задача обеспечить такой режим работы гидроузла Волгоградского водохранилища, который позволил бы минимизировать вылет кровососущих мошек при условии удовлетворения требований участников водохозяйственного комплекса Нижней Волги.

Ежегодный вылет кровососущих мошек наблюдается в Волгоградской и Астраханской областях в конце мая – июле. Мошки очень назойливы, а укусы их крайне болезненны, вызывают зуд и опухоли. В настоящее время твердо установлено, что мошки переносят ряд заболеваний человека в тропиках и многие болезни домашних и диких животных (Денисов, Иванцова, 2016). Высокая вероятность вылета мошек в дни проведения чемпионата создавала угрозу нарушения санитарно-эпидемиологического благополучия, что неминуемо повлекло бы нарушение правительственных гарантий, данных Международной федерации футбольных ассоциаций.

### Материалы и методы

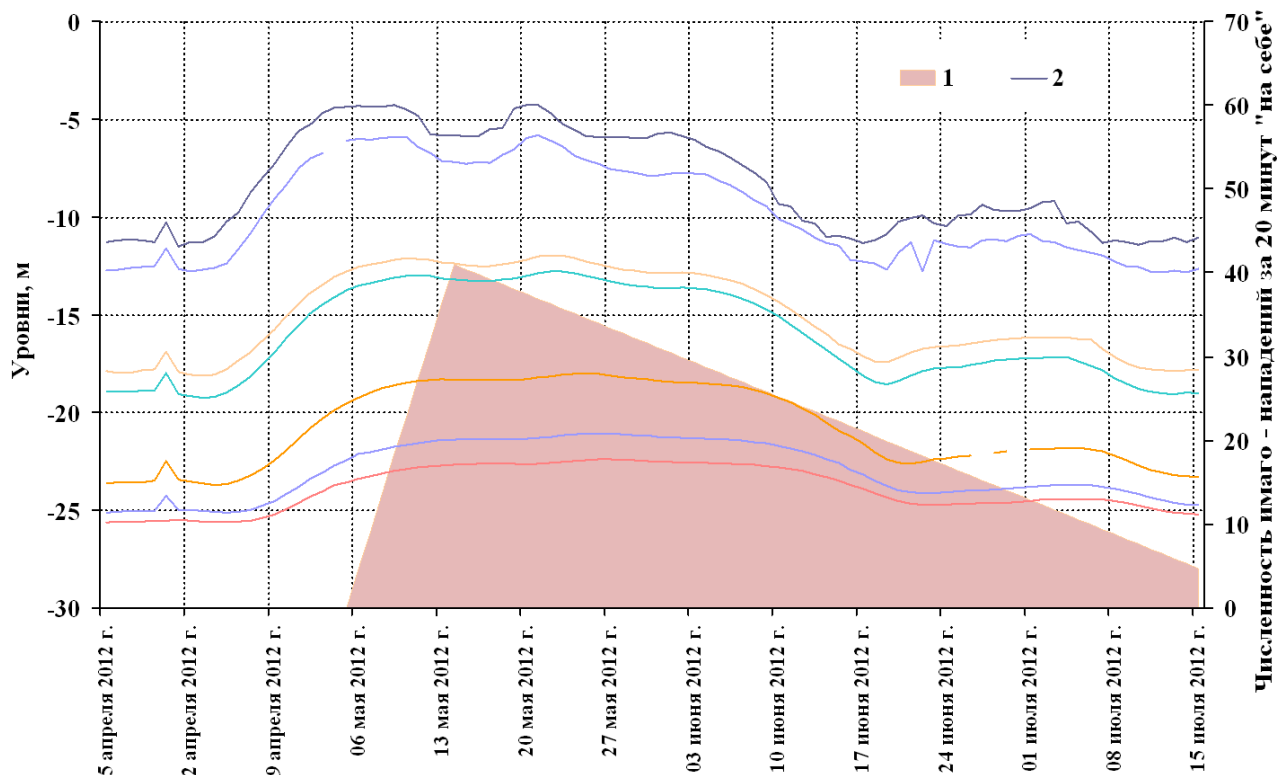
*Исследование связи этологических характеристик мошки с гидрологическими и температурными режимами Нижней Волги.* «Мошкой» принято обобщенно называть кровососущих мошек семейства Simuliidae. На территории Волгоградской области наиболее массовыми являются пять видов: *Titanopteryx macuiata* Mg. (мошка полосатая, мошка обыкновенная), *Schonbaueria matthiesseni* End., *Odagmia rnate* Mg. (одагимия пятнистая, мошка украшенная), *Boophtora erythrocephala* De Geer. (мошка красноголовая), *Simulium morsitans* Edw (Денисов, Иванцова, 2016). Из них самой многочисленной является мошка обыкновенная (*Titanopteryx macuiata* Mg.). Биологический цикл мошки включает все стадии преимагинального метаморфоза: яйца, личинки, куколки.

Идея управления численностью имаго мошки с помощью режима специального весеннего пускa через гидроузел Волгоградского водохранилища была основана на научных публикациях (Кошкарова, Пироговский, 2013; Пироговский, Кушникова, 2009), где указывалось на «наличие прямой связи между урожайностью мошек и высотой уровня воды в Волге и величиной объема половодья» и на то, что «вылет имаго наблюдался только на спаде уровня воды в коренном русле реки». То есть, согласно этим представлениям, уменьшая объем пускa и максимальный сброс, можно было бы минимизировать численность кровососов, а изменяя сроки его окончания, – избежать массового вылета в период проведения чемпионата.

По данным фенологических наблюдений за мошкой в Волгоградской области за 2001-2017 гг., представленным Управлением Роспотребнадзора по Волгоградской области, были построены диаграммы, где ход уровня воды в Волго-Ахтубинской пойме и в дельте р. Волги был совмещен с графиком изменения численности имаго мошки (рис. 1).

Из анализа построенных графиков следовало, что наличие однозначной связи между объемом половодья и численностью мошки не нашло подтверждения и что вылет имаго наблюдается не только на спаде уровня воды в коренном русле реки. В ряде лет начало вылета (2005-2008, 2011-2014, 2017) и пик численности (2007, 2011, 2017) имаго наблюдался при стабильных, относительно высоких уровнях воды.

Графики, на которых изменения численности имаго были совмещены со среднесуточным ходом температур воздуха на близлежащих метеостанциях, показали, что вылет мошки, как правило, совпадает с прогревом воздуха до 15-20°C и воды до 14-16°C и не зависит от изменения уровней воды в этот период, что ожидаемо, так как «температура – важнейшее из условий, влияющих на жизнедеятельность организма» (Бигон и др., 1989, с. 65).



**Рис. 1.** Ход уровней воды в низовьях р. Волги и показатели численности имаго мошки в 2012 г. Условные обозначения: 1 – среднесезонный показатель численности имаго, 2 – уровни воды на водпостах (сверху вниз): Волгоград, Светлый Яр, Черный Яр, Енотаевка, Верхне-Лебяжье, Астрахань, Ахтубинск.

### Результаты и обсуждение

Попытка установить зависимость количества мошки от объемов сбросов через Волгоградский гидроузел во втором квартале 2001-2017 гг., нанеся соответствующие данные на график, однозначно показала полное отсутствие такой взаимосвязи ( $R^2=0.005$ ).

На основании имевшихся сведений об этологии мошки было сделано предположение о зависимости ее численности в текущем году от уровней воды, при которых осуществлялась кладка яиц мошки в предшествующем году. Учитывая, что в течение теплого периода года вплоть до октября могут появляться несколько генераций мошек, в качестве соответствующей гидрологической характеристики был выбран объем сбросов воды через Волгоградский гидроузел за III квартал. Нанесение на график соответствующих точек (рис. 2) показало наличие такой связи, хотя и недостаточно тесной ( $R^2=0.328$ ).

На рисунке 2 наибольшее отклонение от аппроксимирующей зависимости имеют точки, соответствующие 2005 и 2016 годам. В эти годы объемы спецпуска были максимальными за рассматриваемый период. Это позволило подтвердить возможность установления связи между параметрами пуска и численностью мошки всё же имеется.

Согласно имеющимся сведениям, отрождение личинок мошки обыкновенной (*Titanopteryx maculata* Mg.) происходит весной при температуре воды выше 8-10°C. В фазе личинки мошки пребывают 3-4 недели. Поэтому в качестве исследуемого показателя был выбран 3-х недельный (21-

дневный) максимальный объем сбросов (средний сбросной расход) через Волгоградский гидроузел при температурах воды выше 8-9°C. Была установлена тесная связь ( $R^2=0.895$ ) между указанным расходом и отклонением фактической численности мошек от аппроксимирующей экспоненты (рис. 3). Эта связь наилучшим образом описывается полиномом второго порядка:

$$\Delta s = 0.3987q^2 - 14.983q + 144.11 \quad (1),$$

где  $q$  – максимальный осредненный за 21 день расход сбросов воды через Волгоградский гидроузел во II квартале рассматриваемого года при температуре воды выше 8-9°C ( $m^3/c$ ).

Окончательный вид формулы, описывающий связь средней за сезон численности мошки с параметрами режима работы Волгоградского гидроузла:

$$s = 43111e^{-0.168W_{III} + \Delta s} \quad (2),$$

где  $W_{III}$  – объем сбросов через Волгоградский гидроузел в III квартале предыдущего года ( $km^3$ ),  $\Delta s$  – поправка, рассчитываемая по формуле (1).

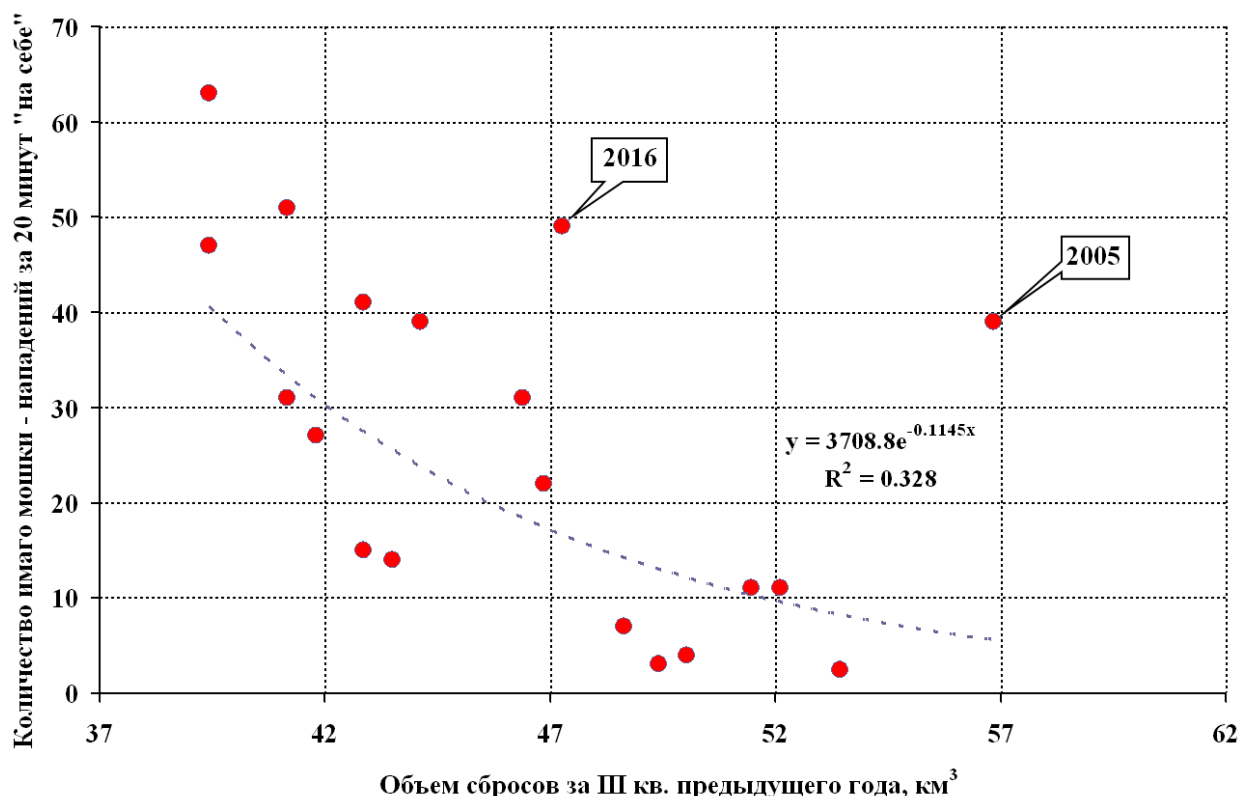
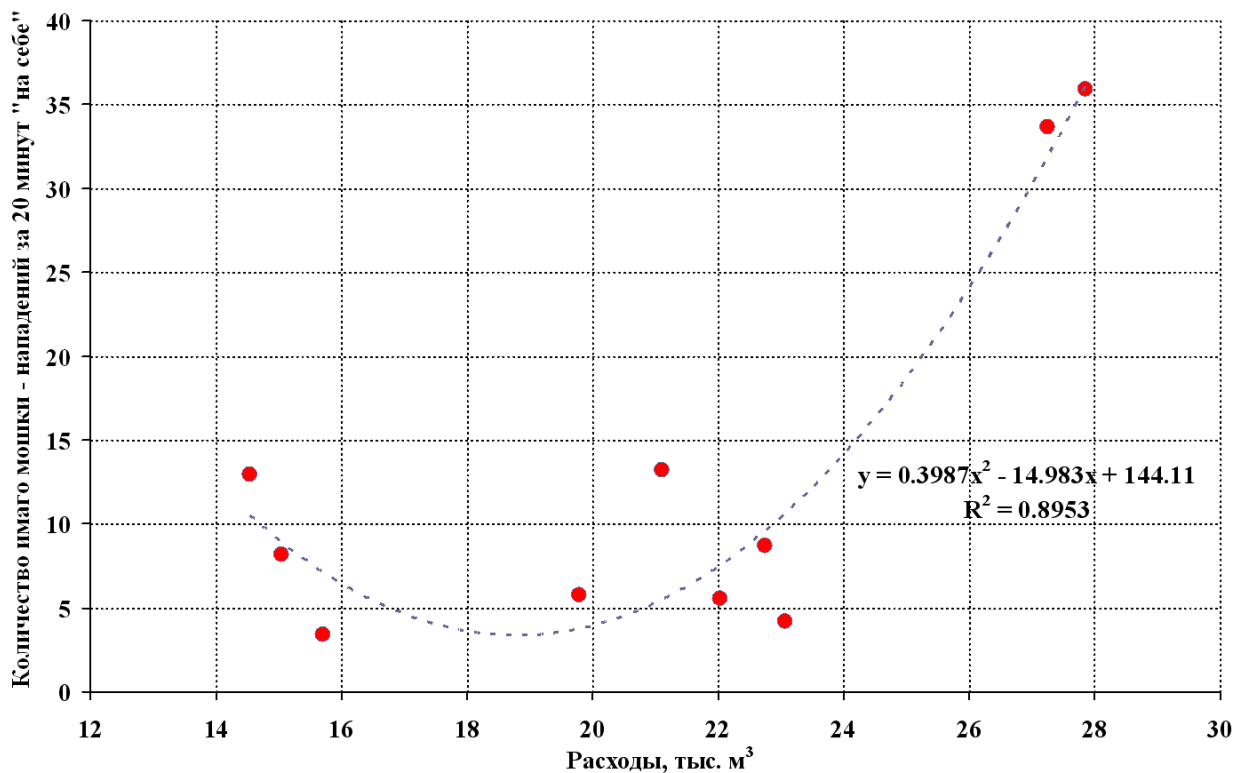


Рис. 2. Зависимость количества мошек от объема сбросов III квартала предыдущего года.

Полученная зависимость (2) указывает на то, что связь между численностью мошки и параметрами спецпуска существует (но не с его объемом, как предполагалось изначально) и имеется возможность управления численностью мошки величиной сбросного расхода в период её личиночного развития (в течение 3 недель после превышения температуры воды 8-9°C). Хорошая сходимость зависимости (2) с фактическими данными ( $R^2=0.88$ ) позволяет использовать её для моделирования и прогнозирования количества мошки.

*Разработка и реализация режима работы водохранилищ Волжско-камского каскада, обеспечивающего минимизацию вылета имаго мошки.* На основе полученных связей численности имаго мошки с параметрами режима сбросов через Волгоградский гидроузел, требований к обеспечению благоприятной водохозяйственной обстановки на территории Волго-Ахтубинской поймы и в дельте Волги и выполнения положений Правил использования водохранилищ каскада (в случае, когда эти требования не являлись взаимно противоречивыми) были сформулированы принципы построения графика спецпуска 2018 года, минимизирующего вылет мошки.



**Рис. 3.** Зависимость приращения количества мошек от максимального осредненного за 21 день расхода сбросов через Волгоградский гидроузел.

Максимальные сбросные расходы 25000-27000 м<sup>3</sup>/с («сельскохозяйственная полка» графика) должны осуществляться в течение не менее 7, но не более 12 дней с максимально ранним, желательно до 1 мая, их завершением. Максимальная величина расходов «рыбохозяйственной полки» графика спецпуска не должна превышать 18000 м<sup>3</sup>/с. Переход от «сельскохозяйственной полки» к «рыбохозяйственной» должен быть максимально быстрым. Любое увеличение сбросных расходов после выхода на «рыбохозяйственную полку» недопустимо.

График спецпуска, разработанный накануне его начала на основе перечисленных принципов, имел объем 124.8 км<sup>3</sup> (рис. 4). В разработанном графике предлагалось при переходе от максимальных расходов к расходу 18000 м<sup>3</sup>/с осуществить кратковременное (на 4 суток) снижение сбросов до 12000 м<sup>3</sup>/с, которое должно было вызвать гибель личинок мошек на ранних стадиях развития. Как показали гидравлические расчеты, это не вызывало бы сколь-либо значимого снижения уровней воды в дельте Волге и не сказалось бы на нересте рыб в Астраханской области.

Физическая возможность планирования и выполнения графика спецпуска, построенного по перечисленным выше принципам, определялась складывавшейся водохозяйственной обстановкой на водохранилищах каскада и гидрометеорологическими условиями. Фактический график спецпуска в 2018 году имел объем 117.7 км<sup>3</sup> и отличался по форме от графика, представленного на рисунке 5.

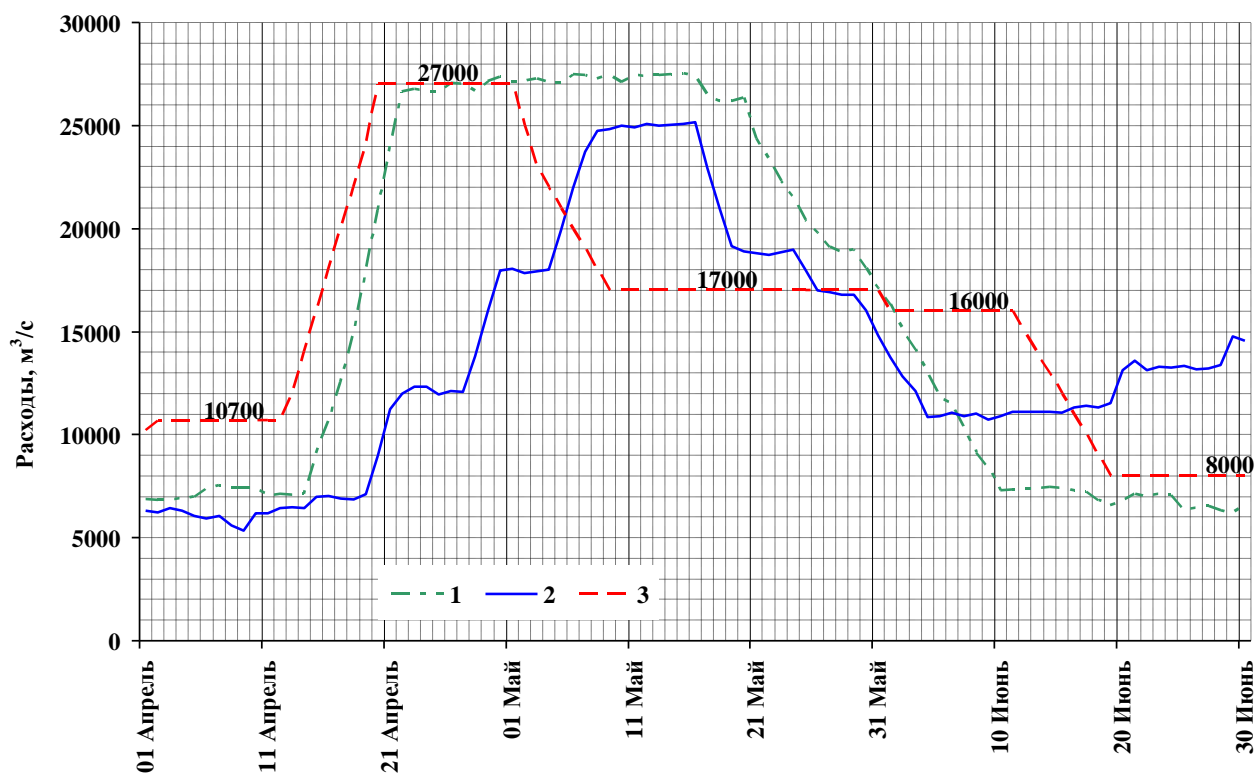
При осуществлении и планировании спецпуска учитывались данные результатов испытаний образцов материалов, отобранных в акватории и береговой зоне водных объектов для определения преимагинальных стадий развития кровососущих двукрылых насекомых семейства Simuliidae, выполненных Волгоградским государственным университетом по заказу Облкомприроды.

Отбор проб осуществлялся на 7 участках. На каждом из участков было определено от 3 до 20 створов, где отбиралось до 8 проб. Результаты испытаний содержали для каждого створа качественное описание обнаруженных объектов исследования и их встречаемость в баллах (от 0 до 9 баллов).

Результаты анализа проб, взятых в марте, показали, что яйца мошек встречались на всех участках наблюдений, во многих створах наблюдалось их массовое скопление. Наибольшее количество массовых скоплений было обнаружено в Волгоградском водохранилище, в р. Волге в

непосредственной близости от гидроузла и в рукаве Ахтуба, а также в водоемах Волго-Ахтубинской поймы.

На дату начала спецпопуска количество яиц мошек в створах, расположенных на Волгоградском водохранилище, заметно сократилось. Ниже гидроузла высокая концентрация яиц сохранялась, хотя и наблюдалось снижение по сравнению с результатами испытаний проб, выполненных в конце марта. В период осуществления спецпопуска количество мошки в преимагинальных стадиях сохранялось примерно на одном уровне.



**Рис. 4.** График специального весеннего попуска через гидроузел Волгоградского водохранилища во II квартале 2018 г., разработанный 11.04.2018. Условные обозначения: 1 – попуск 2016 г., фактический объем 127.3 км<sup>3</sup>; 2 – попуск 2017 г., фактический объем 109.1 км<sup>3</sup>; 3 – попуск 2018 г., расчетный объем 127.3 км<sup>3</sup>.

Первый лёт мошек был зафиксирован 28 мая и пришелся на завершающую фазу спецпопуска. Однако в связи ухудшением погоды и снижением температуры воздуха к 1 июня лёт прекратился и сохранялся на низком уровне до 8 июня.

Со второй декады июня интенсивность лёта начала расти, достигнув пика в период 17-20 июня, который совпал со временем проведения матча чемпионата мира по футболу между сборными Англии и Туниса (Мошки ..., 2018). К этому времени температуры воды везде превысили +20°C, воздух прогрелся до +30°C. Тогда же была предпринята попытка осушить часть личинок и куколок мошки, уменьшив на несколько дней сброс до 7000 м<sup>3</sup>/с. Последующие наблюдения за лётом мошки показали спад его интенсивности с прекращением к концу первой декады июля.

Анализ количественных характеристик лёта мошки в июне-июле 2018 года (табл.) показал, что число нападений было существенно ниже среднего максимального значения, рассчитанного за 2000-2017 гг. Наименее интенсивный лёт наблюдался на участке 1 (Волгоградское водохранилище), наиболее интенсивный был на участке 4 (Волго-Ахтубинский канал).

Количественно оценить, в какой степени низкая (относительно среднеемноголетних показателей) численность имаго мошки была достигнута только за счет режимов работы Волгоградского гидроузла, достаточно сложно. Следует учитывать борьбу с яйцами мошек до начала половодья и инсектицидную обработку водоемов в период личиночной фазы.

Однозначный вывод о значительном положительном эффекте от режима спецпуска можно сделать для участка 1 (Волгоградское водохранилище), где в период с третьей декады апреля по первую декаду июня уровни воды поддерживались на 1.0-1.5 м ниже нормального подпорного уровня. Это привело к их осушению и частичной гибели, что подтверждено результатами отбора проб.

Заметный положительный эффект реализованного режима спецпуска для нижнего бьефа Волгоградского гидроузла был достигнут за счет максимально раннего осуществления «сельскохозяйственной полки» и ее раннего и интенсивного завершения (в период 7-13 мая), т.е. до достижения температурой воды величин, необходимых для начала развития личинок. Об этом может свидетельствовать сопоставление результатов отбора проб при примерно одинаковых уровнях воды в начале пуска и после завершения максимальных сбросов.

**Таблица.** Максимальные значения интенсивность лёта имаго мошек в 2018.

Расположение участков отбора проб	Количество нападений за 20 минут «на себе», шт.	Отношение к среднему максимальному, %
1) Волгоградское водохранилище	62	15
2) река Волга	187	45
3) рукав Ахтуба	205	50
4) Волго-Ахтубинский канал	220	53
5) ерики Волго-Ахтубинской поймы	170	41
6) озёра Волго-Ахтубинской поймы	95	23
7) водные объекты г. Волгограда	90	22

При имеющемся объеме данных затруднительно оценить величину уменьшения количества мошек от снижения сбросных расходов с 14000 до 11000 м<sup>3</sup>/с в период с 2 по 8 июня, так как в это время имел место баланс между снижением преимагинальных стадий мошек из-за падения уровня и их приращением за счет их развития на больших глубинах.

Эффект от снижения сбросов с 11000 м<sup>3</sup>/с 12 июня до 7000 м<sup>3</sup>/с на период с 17 по 20 июня оценить ещё сложнее, так как температура воды достигла значения +20°C, спровоцировав массовый лет имаго мошки. Данных о фактическом количестве личинок и куколок, погибших в результате их осушения, нет. Кроме того, известно, что личинки подвижны и способны мигрировать при изменении уровня воды в водоеме в поиске подходящего для колонизации субстрата.

### Выводы

1. За счет координации с работами по фенологическому мониторингу за преимагинальными стадиями кровососущих двукрылых насекомых семейства Simuliidae (кровососущие мошки) в водных объектах и прилегающих к ним территориях в 2018 году был осуществлен режим ежегодного специального весеннего пуска, позволивший, по объективным показателям, минимизировать численность кровососущих мошек в подготовительный период и период проведения в Волгограде матчей чемпионата мира по футболу 2018 года.

2. Осуществленный режим спецпуска при объеме притока ниже нормы обеспечил в целом благоприятную водохозяйственную обстановку на территории Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги, включая заполнение водоемов Волго-Ахтубинской поймы, влагозарядку пойменных сельскохозяйственных угодий на Нижней Волге, длительный период поступления воды в Западные подстепные ильмени, продолжительный период поддержания повышенных уровней воды в дельте Волги и пониженную интенсивность снижения уровней воды на спаде половодья, способствующие успешному нересту ценных видов рыб.

3. В ходе выполнения работы проявилась недостаточность объема и состава архивных данных фенологического мониторинга как за преимагинальными стадиями кровососущих мошек, так и за количеством и сроками лета имаго мошки. Представляется целесообразным продолжение (и расширение) регулярного фенологического мониторинга за кровососущими мошками в

последующие годы с целью накопления необходимого объема данных.

4. На основе выполненных работ может быть создана математическая модель жизненного цикла кровососущих мошек, увязанная с гидродинамической моделью Нижней Волги. Подобные модели могут быть созданы и для других компонентов экосистемы Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги, например, для ценных промысловых видов рыб, которые позволят прогнозировать, а в определенных случаях и регулировать, их численность за счет изменения режимов попусков через Волгоградский гидроузел.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К.* 1989. Экология. Особи, популяции и сообщества: В 2-х т. Т. 1. М.: Мир. 667 с.+ил.
- Денисов А.А., Иванцова Е.А.* 2016. Эколого-биологическая характеристика кровососущих мошек (Diptera, Simuliidae) на территории Волгоградской области зоны Нижнего Поволжья // Известия Оренбургского аграрного университета. № 3(59). С. 202-203.
- Кошкарлова Л.М., Пироговский М.И.* 2013. Особенности биологии мошек биотопов дельты реки Волги // Научная мысль информационного века. Биологические науки [Электронный ресурс [http://www.rusnauka.com/8\\_NMIV\\_2013/Biologia/7\\_131137.doc.htm](http://www.rusnauka.com/8_NMIV_2013/Biologia/7_131137.doc.htm) (дата обращения: 09.10.2018 г.)].
- Крицкий С.Н., Менкель М.Ф.* 1952. Водохозяйственные расчеты. Л.: Гидрометеиздат. 392 с.
- Мошки атаковали англичан и тунисцев в Волгограде. 2018. Газета.ru [Электронный ресурс [https://www.gazeta.ru/sport/worldcup2018/news/2018/06/19/n\\_11673091.shtm](https://www.gazeta.ru/sport/worldcup2018/news/2018/06/19/n_11673091.shtm) (дата обращения: 21.11.2018 г.)].
- Пироговский М.И., Кушникова С.Н.* 2009. Экология и особенности биологии мошек Simuliidae дельты Волги // Естественные науки (г. Астрахань). № 3 (28). С. 29-36.
- Справочник: термины и определения в водном хозяйстве. 2013 / Ред. Н.Г. Рыбальский, В.А. Омеляненко. М.: НИИ-Природа. 465 с.
- ASCE (AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS). 1998. Sustainability Criteria for Water Resource Systems. Reston, Va., ASCE. 253 p.
- Loucks D.P., van Beek E., Stedinger J.R., Dijkman J.P.M., Villars M.T.* 2005. Water Resources Systems Planning and Management: An Introduction to Methods, Models and Applications. UNESCO Publishing, Paris. 624 p.
- Simonovic S.P.* 2009. Managing Water Resources: Methods and Tools for a System Approach. UNESCO Publishing, London, Sterling, VA. 690 p.