

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 539.1 556.5

DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2018-4(115-121)

В.М. САВКИН

Институт водных и экологических проблем СО РАН,
630090, Новосибирск, Морской проспект, 2, Россия, savkin@iwep.nsc.ru

РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО СТОКА ВЕРХНЕЙ ОБИ НОВОСИБИРСКИМ ВОДОХРАНИЛИЩЕМ

Показано, что неблагоприятное внутригодовое распределение речного стока, маловодные и многоводные периоды осложняют использование водных ресурсов Новосибирского водохранилища и сопровождаются рядом негативных последствий. Анализируются возможности создания водохранилищ в бассейне и влияние их на сток верхней Оби. В качестве примера использования водных ресурсов в условиях экстремальной водности реки рассматривается Новосибирское водохранилище. Отмечается, что, несмотря на неглубокое сезонное регулирование стока, водохранилище позволяет снизить негативные последствия паводковых и маловодных ситуаций. В настоящее время для верхней Оби характерно увеличение повторяемости маловодных лет и маловодных циклов продолжительностью два года и более. За период 1959–2015 гг. многоводным был 21 год, средними по водности — 11 лет, маловодными — 24 года. Рассмотрены изменения водности верхней Оби за период 2012–2015 гг., который включает экстремально маловодный, многоводный и средний по водности годы. Анализ режима использования водных ресурсов Новосибирского водохранилища в условиях маловодья показывает, что прогнозы весеннего притока в водохранилище не позволяют принимать достаточно качественные управленческие решения, соответствующие экстремальным условиям формирования годовой низкой приточности. В отдельные периоды теплая весенняя погода вызывает интенсивное снеготаяние на Алтае, что приводит к подъему уровня воды в местных реках, и приток к водохранилищу увеличивается до семи раз. В целом практически треть многоводного притока воды аккумулируется в Новосибирском водохранилище, что позволяет влиять на процессы затопления и подтопления в нижнем бьефе. В результате выполненных исследований выявлена необходимость более глубокого зарегулирования стока верхней Оби.

Ключевые слова: водохранилища, регулирование стока, маловодные и многоводные периоды, весеннее наполнение, неглубокое сезонное регулирование, половодье, дождевые паводки.

V.M. SAVKIN

Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
630090, Novosibirsk, Morskoi pr., 2, Russia, savkin@iwep.nsc.ru

REGULATION OF THE EXTREME RUNOFF OF THE UPPER OB BY THE NOVOSIBIRSK RESERVOIR

It is shown that the unfavorable intra-annual distribution of river runoff, and low-water and high-water periods complicate the use of water resources of the Novosibirsk reservoir and are accompanied by a number of negative consequences. The possibilities of creating reservoirs in the basin and their influence on the runoff of the Upper Ob are analyzed. The Novosibirsk reservoir is considered as an example of water resources management in the extreme hydraulicity conditions of the river. It is noted that in spite of the shallow seasonal flow regulation, the reservoir allows the negative consequences of floods and low-water situations to be reduced. At present, the Upper Ob is characterized by an increase in the recurrence frequency of low-water years and low-water cycles consisting of two years or more. For the period 1959–2015, 21 years were high-water, 11 years — moderate water and 24 years — low-water. We examine changes in hydraulicity of the Upper Ob for the period

2012–2015, including extremely low-water, high-water and moderate-water years. An analysis of the use of the water resources of the Novosibirsk reservoir in the low-water conditions shows that forecasts of the spring inflow into the reservoir do not permit any reasonably high-quality management decision-making corresponding to the extreme conditions of formation of the annual low inflow. In some periods, warm spring weather causes intense snowmelt in Altai, which leads to a rise of the water levels in local rivers, and the inflow into the reservoir increases up to seven times. Generally, almost a third of the high-water inflow is accumulated in the Novosibirsk reservoir, which makes it possible to influence the processes of flooding and underflooding in the downstream. As a result of the studies carried out, a need for a deeper regulation of the Upper river flow has been revealed.

Keywords: reservoirs, flow regulation, low-water and high-water periods, spring water filling, shallow seasonal regulation, high water, rain floods.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Проблема перспектив регулирования стока рек в настоящее время в России практически не рассматривается [1]. В середине 1950-х гг. при строительстве Новосибирской ГЭС планировалось создать в бассейне Оби шесть ГЭС с водохранилищами: Батуринскую и Киреевскую севернее Новосибирска, Чулымскую, Тымскую и Вахкскую на притоках средней Оби, а также ряд Алтайских ГЭС в бассейне Катунь [2]. К началу XXI в. эти объекты так и не были созданы, а регулирование стока Оби ограничено Новосибирским водохранилищем [3].

Расчеты каскадного регулирования стока по схеме наибольшего выравнивания (после создания Новосибирского водохранилища) показали целесообразность создания системы водохранилищ. Так, каскад ГЭС на реках Катунь и Бия, а также на Оби у городов Камень и Колпашево, водохранилищ на реках Томь и Чулым позволил бы снизить максимальный расход воды ниже по течению в 4 раза и увеличить минимальный в 2,7 раза. При этом доля весеннего стока в годовом уменьшилась бы в различные по водности годы с 64–72 до 37–50 %, а стока в период летне-осенней межени возросла бы на 5–7 %. Сток в зимнюю межень увеличился бы с 8–12 до 25–32 %. Если изменения водного режима Оби ниже Колпашево принять за 100 %, то доля изменения стока под влиянием водохранилища на Томи составила бы 20 %, водохранилища на Чулыме — 5 %, а на водохранилища Горного Алтая, включая Каменское и Новосибирское на Оби, пришлось бы 75 % объема трансформированного стока. В целом Катунское и Каменское водохранилища позволили бы повысить годовой сток верхней Оби обеспеченностью 75 % на 3 км³, а каскад гидроузлов на Иртыше (Бухтарминской и Шуйбинской ГЭС) — на 6 км³ [4].

Регулирование стока Новосибирским водохранилищем, ввиду его малой полезной емкости, заметной «срезки» пика паводка не производит, поэтому максимальные расходы обеспеченностью 0,1 и 0,01 % практически не трансформируются. Для маловодного и среднего по водности года доля весеннего стока уменьшается на 17,6 и 8 % соответственно, тогда как в многоводные годы — всего на 2,9 % (около 2 км³) от общего притока [5]. Основную роль в процессе наполнения Новосибирского водохранилища и поддержания уровня воды на проектных отметках играют характер и время поступления приточных волн половодья и дождевых паводков.

В настоящее время для верхней Оби в многолетнем разрезе характерно увеличение повторяемости маловодных лет и маловодных циклов длительностью два года и более. За период существования водохранилища (1959–2015 гг.) многоводным был 21 год, средними по водности — 11 лет, маловодными — 24 года [6]. Снижение годовой водности реки за это время обуславливает увеличение повторяемости маловодных лет, что приводит к постепенному снижению среднемноголетней величины водности как по притоку, так и по сбросу. Однако достаточно многоводные года (2001, 2014 гг.) в начале XXI в. несколько изменили общую картину (повышение средних показателей водности), но тенденция к понижению годовых объемов речного стока сохранилась [7].

В начале XXI в. в бассейне верхней Оби маловодные периоды наблюдались значительно чаще, чем многоводные. В связи с этим использованию водных ресурсов Новосибирского водохранилища в условиях маловодья уделяется повышенное внимание [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

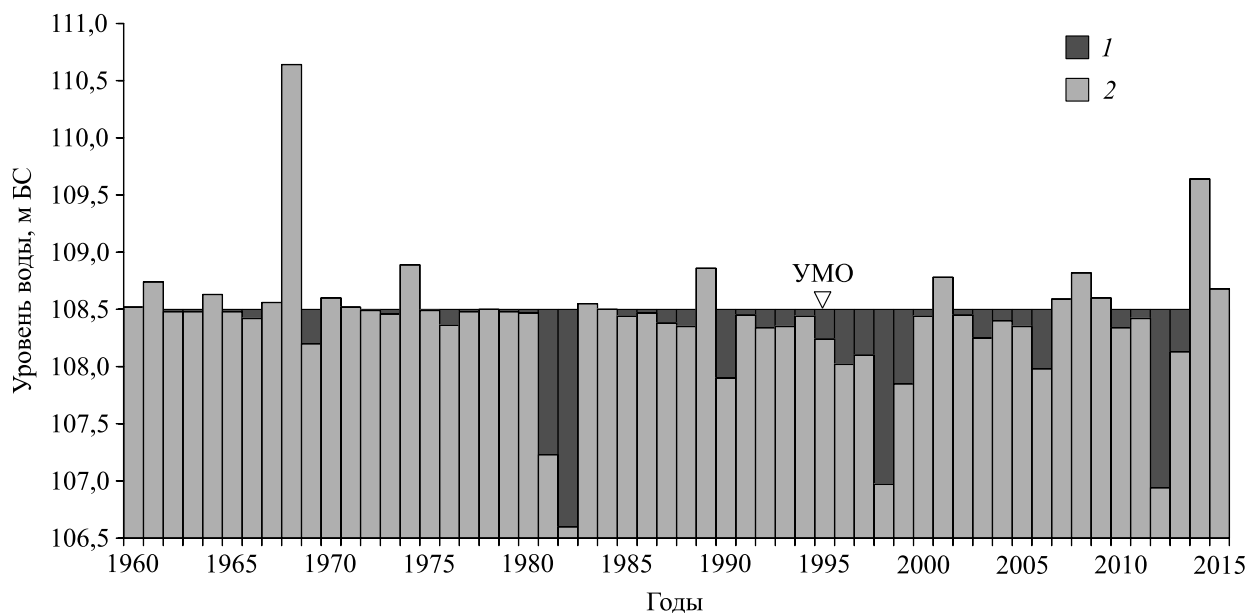
Новосибирское водохранилище осуществляет сезонное неглубокое регулирование стока. Средний годовой сток Оби в створе ГЭС составляет 52 км³. Основной приток к водохранилищу на 94–96 % происходит за счет стока главной реки, т. е. суммарного стока рек Бия и Катунь. Доля боковой приточности с собственного водосбора Новосибирского водохранилища составляет 4 % (около 2 км³) от

общего притока. В различные по водности годы соотношение полезного объема и годового стока изменяется от 12 до 6 %, в зависимости от величины его колебаний. Объем весеннего половодья может достигать 32 км³ и более. Кроме снижения годовой водности, отмечается также тенденция к снижению водности в отдельные сезоны, особенно весной [9].

Ежегодные особенности регулирования стока Оби на участке Новосибирского водохранилища обуславливают режим колебаний его уровней воды. Он различается для отдельных лет, однако имеется общий характер сезонных изменений уровней воды в пределах их значений, предусмотренных правилами использования водных ресурсов водохранилища. По основным фазам уровенного режима изменения уровней воды в 2012–2015 гг. близки к средним величинам, за исключением повышенной продолжительности стояния уровней воды на отметках нормального подпорного уровня (НПУ) и близких к нему в 2011 и 2015 гг., а также случаев сработки уровня воды ниже уровня мертвого объема (УМО) (см. рисунок) [10].

В настоящей работе целесообразно рассмотреть период 2012–2015 гг., включающий экстремально маловодный, многоводный и средний по водности годы [11]. Низкая водность экстремального 2012 г. начала формироваться в ноябре–декабре 2010 г., когда приток к водохранилищу составил 740–505 м³/с, и особенно в зимнюю межень 2011–2012 гг. (приток в декабре 2011 г. снизился до 367 м³/с, а в первом квартале 2012 г. — до 275 м³/с). Это было связано как с относительно малой водностью в осеннюю межень, так и с низкими (ниже 50 % от нормы) запасами снега в бассейне Катуня, а также с отсутствием интенсивных осадков в летний и осенний периоды. При чередовании резких кратковременных похолоданий и высоких температур в весенний период обычно не формируется единая волна половодья, что также связано с различными сроками таяния снега на равнине и в горной части Алтая. На величину волны весеннего половодья в значительной степени влияет и валовая увлажненность территорий водосбора Бии и Катуня [12]. Этот показатель зависит от метеорологических условий в осенний период предыдущего года, определяющих весеннее наполнение водохранилища. Именно при дефиците осадков формировались весеннее половодье и общая водность экстремально маловодного 2012 г. (см. таблицу). В 2012 г. величина сработки уровня воды в Новосибирском водохранилище ниже УМО составила 1,56 м (см. рисунок).

Дефицит водных ресурсов полезного объема водохранилища во многом связан и с просадкой уровней воды в реке ниже плотины, обусловившей повышенные сбросы из водохранилища для решения ряда водохозяйственных и санитарных проблем. Так, санитарный попуск по проекту гидроузла определен в 450 м³/с, фактически же он составляет не менее 800 м³/с [12].



Сработка уровня воды Новосибирского водохранилища ниже УМО (108,5 м БС) за период нормальной эксплуатации 1960–2015 гг.

1 — сработка уровня воды ниже УМО; 2 — минимальный уровень воды за год.

Характерные фазы уровня режима Новосибирского водохранилища в 2008–2016 гг.

Год	Дата начала наполнения водохранилища	Дата достижения НПУ	Продолжительность наполнения, сут	Интенсивность наполнения, см/сут	Дата начала сработки НПУ	Общая продолжительность стояния и превышения НПУ, сут
2008	13 апреля	1 июля	67	6,93	7 ноября	43
2009	14 апреля	22 июня	69	7,10	14 декабря	32
2010	15 апреля	11 июля	88	5,86	9 сентября	32
2011	13 апреля	10 мая	28	17,86	16 июля	67
2012	12 апреля	12 июля	50	8,20	9 ноября	30
2013	13 апреля	7 июля	86	6,22	8 ноября	58
2014	2 апреля	23 июня	83	4,66	28 августа	63
2015	12 апреля	11 мая	30	16,10	29 июля	94
2016	13 апреля	3 июля	82	6,05	25 августа	45
В среднем за 1960–2010 гг.	17 апреля	14 июня	59	10,13	2 октября	96

Целесообразно проанализировать гидрологический режим водохранилища и в маловодном 2008 г., который по отдельным параметрам был экстремально маловодным за период эксплуатации водохранилища. В этом году отмечалось не характерное для типового регулирования режима работы водохранилища повторное снижение уровней воды в апреле при заполнении чаши водохранилища весенним стоком Оби и повторное наполнение водохранилища, в том числе выше НПУ, в конце сентября и середине октября. Особенностью 2008 г. стала относительно высокая водность в сентябре на общем фоне экстремально низкой водности 2000–2007 гг. Низкая водность в начале 2008 г. обусловлена относительной маловодностью в зимнюю межень, незначительными (около 50 % от нормы) запасами снега в бассейне Катунь, отсутствием интенсивных осадков весной и летом в целом по бассейну верхней Оби. Чередование резких и кратковременных похолоданий и высоких температур в апреле–мае не позволило сформироваться волне половодья, связанной с одновременным таянием снега и ледников в горной части Алтая. Осадки, выпавшие в конце августа и середине сентября в горах Алтая, сгладили экстремально низкую водность года в целом за счет повышенной водности осеннего сезона. Анализ режима регулирования использования водных ресурсов Новосибирского водохранилища в условиях маловодья показывает, что прогнозы притока в водохранилище не позволяют принимать достаточно качественные управленческие решения, соответствующие экстремальным условиям формирования низкой приточности.

Оценивая влияние низких уровней воды на водохранилище, следует учитывать, что при уровне ниже УМО неизбежны негативные последствия как для водного хозяйства, так и для экосистемы водоема. Так, на Новосибирском водохранилище оголовки некоторых водозаборов расположены на УМО или немного ниже. Наглядным примером может служить выход из строя в зимний период 2012 г. водозабора, включая канализационную систему, в г. Бердске (Новосибирская обл.). Только срочное инженерное решение этой проблемы, связанное с прокладкой временного водовода по льду от глубоководной части водохранилища до города, позволило избежать катастрофических последствий. Аналогичные условия складывались и на других водозаборах из водохранилища. Следует также учитывать и различное качество бетона, уложенного в сооружения гидротехнического назначения, в том числе бетонная плотина, выполнены из морозоустойчивого бетона, ниже — из обычного. Осушение части сооружений из обычного бетона в условиях отрицательных температур может вызвать их разрушение и создать аварийную обстановку на ГЭС. Кроме этого, при сработке уровня воды ниже УМО возрастает площадь осушения части ложа водохранилища, что, в свою очередь, способствует увеличению ее промерзания, снижению запаса кислорода в воде и расширению распространения заморных явлений, сопровождающихся массовой гибелью рыбы.

Гидрогеологические условия, сформировавшиеся в береговой полосе водохранилища в результате подпора подземных вод (последствие, по существу, негативное), удалось использовать в водохозяйственных целях — для получения питьевой и технической воды из подземных инфильтрационных источников без организации биологической и механической очистки, необходимой при организации водозаборов из поверхностных вод. Однако для большинства водозаборов из подземных вод, используемых для питьевых целей, характерен дефицит фтора, повышенная минерализация (более 1000 мг/дм³), жесткость (более 7 мг-экв./дм³), значительное содержание натрия, бора, железа, марганца. Поэтому

обеспечение населения питьевой водой из подземных источников остается проблемой. Города и населенные пункты, находящиеся на территориях, тяготеющих к водохранилищу, стремятся обеспечить питьевое водоснабжение за счет поверхностных вод водохранилища и его притоков.

По опубликованным данным [13], к 2020 г. прогнозируется увеличение суммарного водопотребления на 23 % в связи с развитием орошаемого земледелия в бассейне Оби, но в то же время в большинстве субъектов РФ ожидается заметное снижение промышленно-коммунального водопотребления.

В маловодные годы, в связи с низким притоком в зимнюю межень, в начале навигационного периода осложняется работа водного транспорта на участке от Новосибирской ГЭС до устья Томи, так как при весеннем наполнении водохранилища могут быть осуществлены судоходные попуски не более 1100 м³/с, что значительно меньше предусмотренных действующими правилами. Дефицит стока при проектируемых заборах воды в зимнюю межень обеспеченностью 85 и 95 % составляет 0,7 и 1,9 км³ соответственно. Этот дефицит в настоящее время компенсируют снижением уровня воды в водохранилище ниже УМО, что, как уже указывалось, сопряжено с негативными водно-экологическими последствиями.

В многоводном 2014 г. приток воды в Новосибирское водохранилище уже в третьей декаде марта составил 588 м³/с (184 % от нормы) и имел обеспеченность 1,7 %, повторяемость 1 раз в 40 лет (за период 1974–2014 гг.). В 2001–2012 гг. наибольший приток в Новосибирское водохранилище в марте достигал 554 м³/с и наблюдался в 2002 г.

Вскрытие водохранилища в 2014 г. произошло раньше среднемноголетних сроков. В связи с аномально теплой погодой и прогнозом объемов воды в период половодья, водохранилище до отметки УМО сработано не было. График сработки уровня воды в водохранилище был ориентирован на среднемноголетнюю дату (12 апреля) и увеличение притока свыше 1000 м³/с, однако в 2014 г. эти показатели сдвинулись на 31 марта, когда уровень воды в водохранилище составлял 109,60 м БС (УМО — 108,50 м БС). По этой причине началось раннее наполнение водохранилища, и уже к 15 апреля 2014 г. уровень воды достиг отметки 111,75 м БС.

Благоприятные гидрологические и метеорологические условия в период наполнения водохранилища в 2014 г. позволили в последней декаде мая не только наполнить его до прогнозной отметки, но и провести сброс плавающей в акватории древесины через водосливную плотину в нижний бьеф при сбросном расходе 2000 м³/с. Количество плавающей древесины в последние годы на водохранилище заметно увеличилось. Это обусловлено повышением интенсивности геодинамических процессов, связанных с многоводными и маловодными периодами на верхней Оби. От водности в определенной степени зависит и уровеньный режим водохранилища, в безледоставный период влияющий, наряду с метеорологическими условиями, на интенсивность развития геодинамики прибрежной зоны.

Вследствие обильных дождей в конце мая 2014 г., не предусмотренных долгосрочными прогнозами, осадки в зонах питания рек достигали 240 % месячной нормы, что привело к подъему уровней воды на притоках Бии и Катунь [14]. Для предотвращения затоплений в нижнем бьефе Новосибирского водохранилища была подготовлена дополнительная емкость полезного объема путем сброса части уже аккумулированной весной воды. По сообщениям водохозяйственных организаций, следующая волна паводка практически не угрожала переполнением водохранилища и затоплением территории Новосибирска ниже плотины ГЭС. В течение июня были дополнительно открыты затворы водосливной плотины Новосибирской ГЭС. Расход через сооружения станции в нижний бьеф был увеличен до 4000 м³/с, а с 11 июня — до 4380 м³/с при максимально возможном объеме 4600 м³/с. В конце второй декады июня общая величина сбросов в нижний бьеф составляла 6980 м³/с, при этом уровень водохранилища 23 июня достиг отметки 113,54 м БС, т. е. отметки НПУ.

Наиболее высокий коэффициент водообмена водохранилища в течение 2014 г. (в том числе в сравнении с многолетними величинами) наблюдался в июне, июле и августе — 1,42, 1,04 и 0,61 соответственно. Этот период характеризовался и повышенными сбросами в нижний бьеф объемов дождевого паводка рек Горного Алтая.

Особенностью уровеньного режима водохранилища в многоводном году является его наполнение до отметки НПУ дважды — в июне и ноябре. Общая продолжительность стояния и превышения НПУ в 2014 г. составила 63 сут (см. таблицу), их них 50 — с 23 по 27 июня и 13 сут — с 25 октября по 9 ноября. Последнее связано с резким потеплением в регионе и обильными осадками, сопровождающимися таянием ранее выпавшего снега на водосборе. В целях недопущения переполнения Новосибирского водохранилища в это время были произведены холостые сбросы воды в нижний бьеф через водосливную плотину.

Новосибирская ГЭС в многоводном 2014 г. выработала 2,1 млрд кВт/ч электрической энергии, что на 9,3 % больше среднемноголетних значений. Для предотвращения негативных последствий воздействия паводковых вод, вызвавших наводнение в Горном Алтае, водохранилище аккумулировало треть объемов дождевых паводков, что защитило от подтопления 20-ю часть территории Новосибирска.

В первом квартале 2015 г. с целью подготовки свободной емкости для приема возможной волны весеннего половодья, при уровне воды в водохранилище 110,31 м БС, были увеличены расходы воды через гидросооружения на 50 м³/с, что составило в целом 1000 м³/с. В конце марта расход воды вырос еще на 100 м³/с и достиг 1200 м³/с, при этом уровень воды в водохранилище был снижен до отметки 109,26 м БС. Среднее значение приточности к створу Новосибирской ГЭС в этот период составляло 425 м³/с, при среднемноголетнем 342 м³/с. Необходимость снижения скорости заполнения водохранилища с целью поддержания запаса его свободной емкости для последующего приема возможной волны половодья предопределила увеличение расхода воды через ГЭС в конце марта до 3200 м³/с, при этом уровень воды в водохранилище оставался еще достаточно высоким — 110,41 м БС.

В середине апреля 2015 г. в бассейне Новосибирского водохранилища началось весеннее половодье. Установившаяся теплая погода повлекла интенсивное снеготаяние в регионе. Это вызвало подъем уровней воды в местных реках, а приток к водохранилищу увеличился до 2150 м³/с, что в семь раз превысило среднее меженное значение. По прогнозу, приток мог достигнуть 2650 м³/с, или 106 % от нормы. Рост температуры в третьей декаде апреля привел к возрастанию приточности в Новосибирское водохранилище и к необходимости увеличения сбросов в нижний бьеф до 3500 м³/с, при этом уровень воды в водохранилище составил 111,25 м БС.

В целом в первой декаде мая 2015 г. третья часть притока воды к Новосибирской ГЭС аккумулировалась в водохранилище, что снижало риск затопления и подтопления. Приток к створу ГЭС достиг максимума 10 мая и составил 8143 м³/с, а сброс в нижний бьеф — 5620 м³/с (это соответствовало аккумуляции 31 % воды). В дальнейшем приток снизился до 7500 м³/с, а сбросы составили 6200 м³/с, что соответствовало задержке около 20 % паводковой волны и не позволило превысить критическую отметку городского водомерного поста (560 см). Тем самым удалось предотвратить подтопление жилого фонда Новосибирска. Уровень воды в верхнем бьефе в этот период поднялся до отметки 113,49 м БС. В середине мая приток воды в Новосибирское водохранилище снизился до 7060 м³/с, что позволило уменьшить сбросы в нижний бьеф на 100 м³/с — до 6100 м³/с, а на водохранилище в июне поддерживать уровни воды на отметках НПУ или близких к нему. Общая продолжительность стояния и превышения НПУ составила 67 сут (см. таблицу). Так, с 11 мая по 25 июля продолжительность стояния на отметках, близких к НПУ (от 113,40 м и выше), составила 92 сут, из них 80 пришлось на период с 10 мая по 28 июля и 12 сут — с 28 августа по 8 сентября (см. таблицу).

Особенности изменения гидрологического режима водохранилища в многолетнем аспекте влияют на формирование водных экосистем, процессы эвтрофирования водоема, его биопродуктивность, гидрохимию и качество воды в отдельные годы и сезоны. Наблюдается уменьшение коэффициентов водообмена в водохранилище за весенние сезоны и в целом за год. Среднегодовой коэффициент водообмена составляет 6,43 при среднемноголетнем 6,62, а изменение коэффициентов водообмена в весенние сезоны варьирует от 3,03 до 3,11. Как показывает анализ, режим уровней воды в водохранилище и его основные фазы по годам отличаются как по продолжительности, так и по срокам начала и окончания. В течение последних 20 лет значительно сократилась продолжительность стабилизации уровня воды на отметке НПУ, которая в отдельные годы была вдвое меньше среднемноголетней величины. Анализ динамики среднемесячных коэффициентов водообмена показывает, что незначительные отклонения от среднемноголетних значений фиксируются обычно в мае (на 0,2 меньше) и июне (на 0,22 больше). В остальные месяцы коэффициенты водообмена близки к среднемноголетним значениям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи с напряженным водным балансом Новосибирского водохранилища за период его эксплуатации неоднократно возникали ситуации, когда в маловодные годы при недостаточном притоке воды в осенне-зимнюю межень полезный объем водохранилища срабатывался с превышением, в результате чего уровень воды опускался ниже УМО. Дефицит водных ресурсов водохранилища особенно остро проявлялся в 2008 и 2012 гг. Учитывая вероятность повторения экстремальных ситуаций по приточности, при которых емкости водохранилища в зимнюю межень будет недостаточно для удовлетворения потребностей в воде, необходимо выявить степень риска для экосистем и водного

хозяйства верхнего и нижнего бьефов [15]. В сложных гидрологических условиях 2014–2015 гг. на Новосибирском водохранилище, несмотря на возникшие трудности с пропуском волн половодья, удалось успешно снизить объемы дождевых паводков, поступивших от рек Горного Алтая в Новосибирскую область и к Новосибирску [16].

Негативные последствия неспрогнозированных дождевых паводков, усложненные их наложением на формирование волны интенсивного весеннего снеготаяния, еще раз подтвердили острую необходимость более глубокого зарегулирования стока верхней Оби. В перспективе это может быть связано как со строительством предлагаемых малых ГЭС и водохранилищ на притоках Бии и Катуня, так и с созданием крупного водохранилища комплексного назначения, обеспечивающего глубокое многолетнее регулирование стока Оби.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матарзин Ю.М. Гидрология водохранилищ. — Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2003. — 289 с.
2. Кириллин В.А. Развитие энергетики. — М.: Изд-во Междунар. центра науч.-техн. информации, 1981. — 10 с.
3. Савкин В.М., Двуреченская С.Я. Ресурсные и водно-экологические проблемы комплексного использования Новосибирского водохранилища // Водн. ресурсы. — 2014. — Т. 41, № 4. — С. 456–465.
4. Васильев О.Ф., Бураков Д.А., Вострякова Н.В., Савкин В.М. Перспективы регулирования стока в Обь-Иртышском бассейне в связи с мелиоративным освоением территории // Гидрологическое обоснование водохозяйственных мероприятий: Труды V Всесоюз. гидрол. съезда. — Л.: Гидрометеиздат, 1990. — С. 159–164.
5. Савкин В.М. Современный гидрологический режим Новосибирского водохранилища в сравнении с многолетним // Гидрология и гидроэкология Западного Урала. — Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2006. — С. 5–12.
6. Савкин В.М., Двуреченская С.Я., Орлова Г.А., Булычёва Т.М. Формирование гидролого-гидрохимического режима верхней Оби на участке Новосибирского водохранилища в условиях изменения природно-техногенной ситуации // Сиб. экол. журн. — 2003. — Т. 10, вып. 2. — С. 171–179.
7. Многолетняя динамика водно-экологического режима Новосибирского водохранилища / Отв. ред. О.Ф. Васильев. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. — 393 с.
8. Савкин В.М., Двуреченская С.Я. Роль Новосибирского водохранилища в регулировании стока верхней Оби и формирование качества воды // Сб. тр. Всерос. науч. конф. «Научное обеспечение реализации «Водной стратегии РФ на перспективу до 2020 г.»». — Петрозаводск: Изд-во Карел. науч. центра РАН, 2015. — С. 201–206.
9. Савкин В.М. Влияние Новосибирского водохранилища на трансформацию половодий и паводков экстремальной водности // Тр. Междунар. науч.-практ. конф. «Современные проблемы водохранилищ и их водосборов». Т. 1: Гидро- и геодинамические процессы управление водными ресурсами. — Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. ун-та, 2015. — С. 128–132.
10. Савкин В.М. Регулирование стока сибирских рек водохранилищами — основа комплексного использования и охраны водных ресурсов // Тр. IV Всерос. конф. с междунар. участием «Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов». — М.: Изд-во Ин-та водных проблем РАН, 2015. — С. 50–55.
11. Савкин В.М. Гидролого-экологические проблемы создания и длительной эксплуатации водохранилищ Западной Сибири // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: Тр. Междунар. науч.-практ. конф. — Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. ун-та, 2007. — Т. 1. — С. 160–165.
12. Современное состояние водных ресурсов и функционирование водохозяйственного комплекса бассейна Оби и Иртыша / Отв. ред. Д.М. Безматерных. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. — 236 с.
13. Дёмин А.П. Экономические проблемы водопользования // Экономические и территориальные аспекты управления водохозяйственным комплексом России. — М.: Изд-во Рос. акад. сельхоз. наук, 2013. — С. 240–273.
14. Васильев О.Ф., Зиновьев А.Т., Кошелев К.Б., Дьяченко А.В., Коломейцев А.А. Прогнозирование и натурные наблюдения в период прохождения экстремального дождевого паводка на Алтае в 2014 году // Сб. тр. Всерос. науч. конф. «Научное обеспечение реализации «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 г.»». — Петрозаводск: Изд-во Карел. науч. центра РАН, 2015. — С. 20–25.
15. Винокуров Ю.И., Хабидов А.Ш., Савкин В.М., Двуреченская С.Я., Кириллов В.В., Папина Т.С. Новосибирское водохранилище: прошлое, настоящее, будущее // Водн. хозяйство России. — 2000. — Т. 2, № 4. — С. 320–331.
16. Савкин В.М., Двуреченская С.Я. Новосибирское водохранилище как источник водоснабжения // Человек и вода: история взаимоотношений: Материалы Междунар. науч. конф. — М.: Изд-во Министерства транспорта РФ, 2015. — С. 18–26.

Поступила в редакцию 10 октября 2016 г.