

# ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

---

---

МРНТИ 70.94.19.,87.19.91

[https://doi.org/10.53939/1560-5655\\_2024\\_3\\_92](https://doi.org/10.53939/1560-5655_2024_3_92)

Заурбек А.К.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

## ТРАНСФОРМАЦИИ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ И ПРОПУСК ПОВОДОДЬЯ В КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ БАСЕЙНА РЕКИ ЕСИЛЬ

---

---

**Аннотация.** Обосновать технологию производства гидрологических и водохозяйственных расчетов по пропуску максимального стока 1% (0,1%) обеспеченности. Анализированы и обобщены: методы расчета максимального стока при наличии и отсутствия антропогенной деятельности; современное состояние и перспективы использования водных ресурсов и возможности регулирования и пропуска половодий водохранилищами. На современном уровне, не решена проблема производства гидрологических и водохозяйственных расчетов по трансформации и пропуска половодья каскадно расположенными водохранилищами. Обоснована технология решения трансформации половодья 1% (0,1%) обеспеченности водохранилищами и возможности борьбы с наводнениями при перспективном уровне использования водно-земельных ресурсов в бассейне реки Есиль. Предназначена научным работникам, сотрудникам проектно-исследовательских и эксплуатационных организации водного хозяйства, охраны окружающей среды. Технология расчета трансформации в водохранилищах и пропуск половодья в бассейнах равнинных рек разработана впервые в Республике Казахстан.

**Ключевые слова:** максимальный сток, антропогенная деятельность, 1% (0,1%) обеспеченность, параметр, водохранилища, технология, трансформация, пропуск, половодья.

**Введение.** Мировой опыт показывает возросшую вероятность аварий гидротехнических сооружений и, прежде всего, из-за прохождения половодья (паводков), превышающих расчетные проектные значения. Среди техногенных катастроф по тяжести последствий и величине ущерба одно из первых мест занимают гидродинамические аварии, возникающие при разрушении плотин. Эта ситуация связана, прежде всего, с интенсивной застройкой речных долин в нижнем бьефе водохранилищ. Другой частой причиной

аварий является старение сооружений и не восстановление их износа из-за отсутствия государственного надзора.

Необходимо отметить, что нет особых усердий к пропуску катастрофических гидрографов половодий, как со стороны органов, непосредственно отвечающих за проблемы водного хозяйства, так и со стороны подразделений призванных бороться с чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера [1-3].

Порядок эксплуатации водохранилищ определяется правилами, утверждаемыми уполномоченным органом по согласованию с заинтересованными государственными органами [4]. Режим эксплуатации водохозяйственного сооружения осуществляется в соответствии с их проектными характеристиками, фактическим состоянием, условиями эксплуатации, сроками их службы и назначением каждого водохозяйственного сооружения [5]. Пропуск половодья (паводка) в особенности в многоводные года является одной из ответственных задач службы эксплуатации. Пропуск паводка осуществляется тем успешнее, чем своевременнее будет получен прогноз о предстоящем размере половодья (паводка). Эксплуатационная трудность в правильном использовании стока в различной по водности года состоит в отсутствии достоверных длительных прогнозов стока реки. В реальных условиях мы не располагаем достоверными прогнозами, поэтому приходится составлять специальные правила управления работами водохранилища, называемыми диспетчерскими графиками [6,7]. На современном уровне формирование наибольших расходов в водотоках происходят, как в результате естественных природных ресурсов, так и при воздействии антропогенной деятельности. От уровня готовности к действиям в борьбе с наводнениями, при авариях, стихийных бедствиях и катастрофах зависит жизнь, здоровье и благосостояние граждан, дальнейшее развитие социальной и производственной инфраструктуры, экономическая безопасность государства [8]. Поэтому по грантовой теме: «Борьба с опасными гидрологическими явлениями (наводнениями) в бассейне р. Есиль (Акмолинская и Северо-Казахстанская области) в условиях меняющегося климата» [9] разработан проект: «Рекомендации по трансформации в водохранилищах и пропуска половодья 1% обеспеченности транзитом по створу р. Есиль» (в последующем Рекомендация) [10]. Согласно задания, разработанная Рекомендация рассматривает проблему пропуска по створу р. Есиль, половодья с повторяемостью один

раз 100 лет. В то же время, в рассматриваемой Рекомендации дополнительно разработаны принципиальные положения пропуска половодья 0,1% обеспеченности (повторяемостью один раз 1000 лет).

**Цель работы.** Обосновать технологию производства гидрологических и водохозяйственных расчетов по пропуску максимального стока 1% (0,1%) обеспеченности по створу реки Есиль в условиях каскадного расположения водохозяйственных установок с учетом перспективного развития отраслей коммунально-бытового и промышленного водоснабжения на территории Республики Казахстан.

В современных условиях приобретенная в процессе эволюции замечательная способность природы к саморегулированию стала нарушаться. Равновесное экологическое состояние в биосфере до возникновения человека происходило только под влиянием естественных природных процессов. Максимальный сток и даже формирующиеся выдающиеся наибольшие расходы рек, при ненарушенном человеком состоянии природы протекали по естественным руслам и никаких отрицательных последствий в окружающей среде не наблюдались.

**Методы исследований.** По данным АО Казгипроводхоз [11], водные ресурсы, формирующиеся в пределах: Исток – Астанинское водохранилище: среднемноголетний сток  $W_0 = 0,186 \text{ км}^3$ . Среднемноголетний сток р. Есиль - г. Петропавловск составляет  $2,11 \text{ км}^3$ . Всего в зоне деятельности Есильского ВХР водные ресурсы рек и временных водотоков составляют  $2,59 \text{ км}^3$ . Из них по бассейну р. Есиль –  $2,23 \text{ км}^3$ . Норма максимальных расходов воды (срочных) р. Есиль - г. Астана в естественных условиях -  $364 \text{ м}^3/\text{с}$ , коэффициент вариации  $C_v = 0,85$ , коэффициент асимметрии  $C_s = 2,5C_v$ , расход воды 0,1% обеспеченности -  $2240 \text{ м}^3/\text{с}$ , 1% -  $1500 \text{ м}^3/\text{с}$  [11]. Для гидротехнических сооружений I класса капитальности, обеспеченность максимального стока принимается равным  $P=0,01\%$  обеспеченности [12,13].

В перспективе, на размеры формируемого стока будет влиять и наступление предполагаемых глобальных климатических изменений. Согласно прогнозам МГЭИК [14,15] относительно небольшое изменение температуры воздуха, всего на несколько градусов, приведет к увеличению стока рек и водообеспеченности на 10-40% в одних регионах, в то время как в других они уменьшатся на 10-

30%. Водохозяйственные расчеты выполняются на основе составления водохозяйственного баланса (ВХБ) [16].

Максимальные расходы воды (в условиях естественного стока) р. Есиль в створе Астанинской плотины 0,1% обеспеченности составляют 2030 м<sup>3</sup>/с, 1% - 1360 м<sup>3</sup>/с. Максимальные расходы воды р. Есиль у с. Каменный Карьер в естественных условиях подсчитаны за период с 1930 по 1966 годы. Ошибка в определении нормы стока и коэффициента вариации составляет 18%. Норма стока – 1090 м<sup>3</sup>/с,  $C_v = 1,07$ ,  $C_s = 2,2C_v$  [11]. Параметры максимальных расходов, приведённые в [17] (1947 - 1956 годы) составляют:  $Q_0 - 1050$  м<sup>3</sup>/с,  $C_v = 1,31$ ,  $C_s = 2,5C_v$ . Максимальные расходы воды р. Есиль у г. Петропавловск (в условиях естественного стока) приняты по данным [17,18], расчетный период 1893 - 1957 гг. Норма максимальных расходов воды – 1290 м<sup>3</sup>/с,  $C_v = 1,06$ ,  $C_s = 2,65$ .

По расчетам ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, при статистических параметрах максимального стока равной  $W_0 = 187$  млн.м<sup>3</sup>, коэффициента вариации  $C_v = 0,80$  и коэффициента асимметрии  $C_s = 2 C_v$ , сток реки соответственно 1, 5 и 10 %-ой обеспеченности составили: 693, 481 и 385 млн.м<sup>3</sup>. Для гидротехнических сооружений I класса капитальности, обеспеченность максимального стока принимается равным  $P=0,01\%$  [12,13]: Откуда расчетный объем половодья будет 1 281 млн.м<sup>3</sup>.

В рассматриваемой зоне расположено около 46 водохранилищ, 11 из них имеют емкость более 10 млн. м<sup>3</sup>, количество действующих водохранилищах емкостью свыше 1,0 млн. м<sup>3</sup> составляет 35. Многолетнее глубокое регулирование стока р. Есиль осуществляется двумя водохранилищами: Астанинским (Вячеславским) ( $V_{плз} = 375,4$  млн. м<sup>3</sup>) и Сергеевским ( $V_{плз} = 635$  млн. м<sup>3</sup>). Крупное водохранилище построено на р. Селеты - Селетинское ( $V_{плз} = 220$  млн. м<sup>3</sup>) [17-20].

Параметры Есильского и Астанинского водохранилищ в бассейне реки Есиль приведены в их паспортах, соответственно [21,22]. Астанинский контррегулятор предназначен для инженерной защиты районов существующей и перспективной застройки от возможных паводков, а также от разрушительного воздействия возможной гидродинамической аварии на Астанинском водохранилище [23]. В 2006 г. начато и в 2010 г. закончено строительство данного уникального по своим техническим параметрам и социально-политической важности защитного сооружения. Комплекс сооружений

имеет защитную дамбу протяженностью 31 км и ежегодно может удержать паводковую воду в объеме 450,0 млн.м<sup>3</sup>. В то же время сток реки Есиль зарегулирован Сергеевским и Петропавловским водохранилищами. Их параметры приведены в их паспортах, соответственно [24,25]. Наиболее крупным является Сергеевское, его объем при НПУ 693 млн. м<sup>3</sup>.

Для борьбы с наводнениями предусматривается дополнительный объем  $V_t$ . При прохождении катастрофических паводков водохранилище наполняется до отметки ФПУ. Объем  $V_t$  (трансформирующий объем) предназначается для срезки пика паводка с целью не допущения наводнений на участках реки ниже водохранилища. Расчеты надо производить для следующих возможных вариантов, их 2 (два) [26.27].

**1 вариант.** Водоохранилище наполнено до отметки НПУ. Поддерживаются предложения и соответственно допущения Д.И Кочерина [28]. *Приближенный расчет сбросных сооружений (Метод Д.И.Кочерина), рисунок 1.*

Сброс воды осуществляется автоматически. То есть отметка порога водослива совмещен с отметкой НПУ. Но эти допущения существенно упрощают расчёты трансформации половодья (паводка), а ошибки при этом не превышают 5-10%, то есть находятся в пределах точности гидрометрических измерений [29]. И вопреки принятой предпосылке, в добавок к сформированному максимальному гидрографу половодья накладывается гидрограф паводка (от дождевого стока) редкой повторяемости. Такая расчетная схема, вполне оправдана, ибо результаты гидрологических и водохозяйственных расчетов идут в запас расчета, создадут определенную прочность в маневрировании в управлении максимальным стоком и повышают надежность водохозяйственных систем. Ограничение при расчетах.

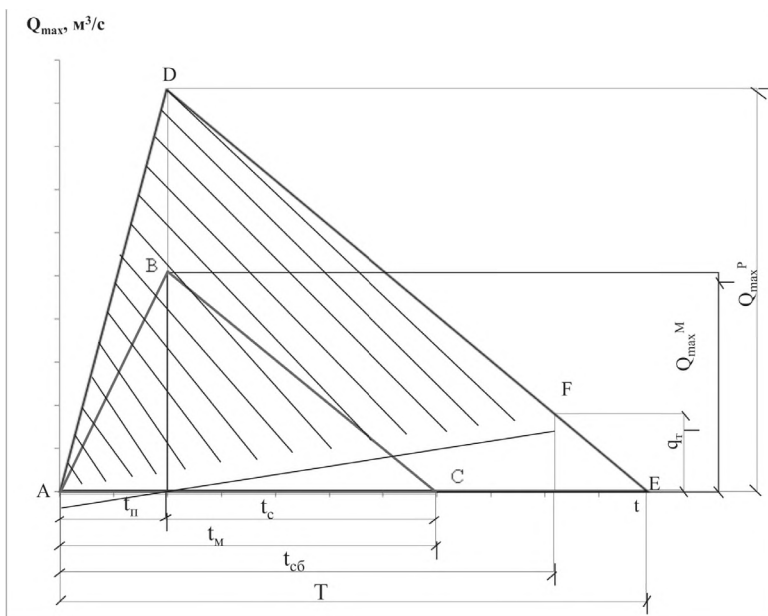


Рисунок 1 – Расчетный гидрограф половодья и сбросных расходов из водохранилища по методу Кочерина Д. И. (Зәуірбек, 2018). I вариант.

ABC – гидрограф половодья модели; ADE – расчетный гидрограф половодья;

AF – нарастание сбросных расходов из водохранилища;

$W_{ABC} = \frac{1}{2} Q_{\max}^M \cdot t_{\Pi}$  - Объем половодья выбранного в качестве модели;

$W_{ADE} = \frac{1}{2} Q_{\max}^P \cdot T$  - Объем половодья при расчетном гидрографе;

$W_{AFE} = \frac{1}{2} q_{\Gamma} \cdot T$  - Объем сбрасываемой воды из водохранилища;

$W_{ADF} = \frac{1}{2} Q_{\max}^P \cdot T \left( 1 - \frac{q_{\Gamma}}{Q_{\max}^P} \right)$  - Трансформирующий объем водохранилища (заштрихован).

Размеры сбрасываемых расходов лимитируются пропускной способностью водосбросных сооружений.

**2 вариант.** Водохранилище не наполнен до отметки НПУ и рассматриваются возможность учета отдачи воды из водохранилища.

Рассматриваются два случая. **Первый случай, вариант 2а.** Отдача воды из водохранилища, не учитываются, рисунок 2.

При этом, учитывая, что Астанинское водохранилище является источником водоснабжения г. Астана, перед половодьем в водохранилище должен быть некоторый, достаточный неприкосновенный запас воды на 1-1,5 месяца  $-V_{\text{зап}}$ . Это на сегодня 7,4-11,0 млн. м<sup>3</sup> в месяц. На перспективу, при численности населения около 3,0 млн. человек, на 2050 год, может составить 15-20 млн. м<sup>3</sup>. Тогда, предположительный объем воды в водохранилище принимается равным:  $V_{\text{умо}} + V_{\text{зап}} = 35,5 \cdot 10^6 + (15 \dots 20) \cdot 10^6 = (50,5 \dots 55,5) \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>. Для расчета принято, что Астанинское водохранилище, перед половодьем должен иметь объем воды равной порядка – 60 млн. м<sup>3</sup>.

**Второй случай, вариант 2б, рисунок 3.** Учитывается отдача воды из водохранилища.

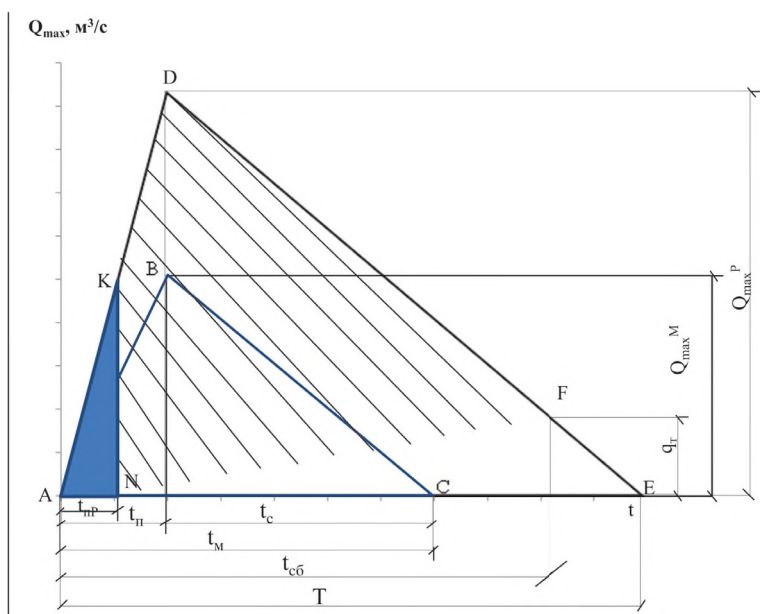


Рисунок 2 – Расчетная схема к определению трансформирующей емкости водохранилища. Если оно не наполнено до отметки НПУ, без учета отдачи воды брутто (вариант 2а, Зеуірбек, 2019).

ABC – гидрограф половодья модели; ADE – расчетный гидрограф половодья;

NF – нарастание сбросных расходов из водохранилища;

$V_{AKN}$  – необходимый объем воды для наполнения водохранилища до отметки НПУ (закрашен);

$W_{ABC} = \frac{1}{2} Q_{\max}^M \cdot t_M$  - Объем половодья выбранного в качестве модели;

$W_{ADE} = \frac{1}{2} Q_{\max}^P \cdot T$  - Объем половодья при расчетном гидрографе;

$W_{NFE} = \frac{1}{2} q_T \cdot (T - t_{пр})$  - Объем сбрасываемой воды из водохранилища;

$W_{NKDF} = \left[ \frac{1}{2} Q_{\max}^P \cdot T \left( 1 - \frac{q_T}{Q_{\max}^P} \right) \right] - V_{AKN}$  - Трансформирующий объем водохранилища (заштрихован).

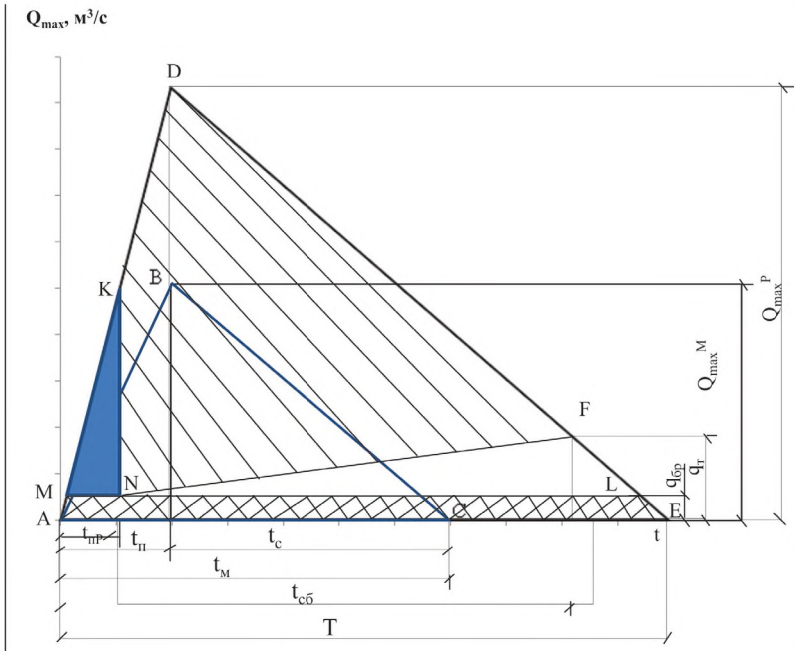


Рисунок 3 – Расчетная схема к определению трансформирующей емкости водохранилища. Если оно не наполнено до отметки НПУ, учитывается отдача воды брутто (26 вариант, Зәурбек Ә. К., 2019).

ABC – гидрограф половодья модели; ADE – расчетный гидрограф половодья;

NF – нарастание сбросных расходов из водохранилища;

$V_{MKN}$  – необходимый объем воды для наполнения водохранилища до отметки НПУ (закрашен);

$V_{AMLE}$  – Объем отдачи воды брутто из водохранилища (заштрихован);

$W_{ABC} = \frac{1}{2} Q_{max}^m \cdot t_m$  - Объем половодья выбранного в качестве модели;

$W_{ADE} = \frac{1}{2} Q_{max}^p \cdot T$  - Объем половодья при расчетном гидрографе

$W_{NKDE} = \left[ \frac{1}{2} Q_{max}^p \cdot T \left( 1 - \frac{q_T}{Q_{max}^p} \right) \right] - V_{MKN} - V_{AMLE}$  - Трансформирующий объем водохранилища (заштрихован).

Предполоводный объем воды в водохранилище принимается равным – 60 млн. м<sup>3</sup>. Отдача воды нетто из водохранилищ, а также природоохранные и санитарные попуски принимаются во внимание. В гидрологических и водохозяйственных расчетах учитываются только отдача воды нетто из водохранилища в полной мере. Потери воды из водохранилища идут в запас расчета. Природоохранные и санитарные попуски, будут удовлетворяться за счет водных ресурсов перебрасываемых по каналу Астана из канала Ертыс Караганда им.К. Сатпаева, пополняемого за счет водных ресурсов реки Ертыс.

**(1 вариант).** Расчетный объем половодья р.Есиль в створе Астанинского водохранилища при 1,0% обеспеченности равен 631 млн. м<sup>3</sup>. Максимальный сток р. Есиль 1% обеспеченности, Астанинским водохранилищем не может трансформироваться. Из формируемого объема половодья равной 631 млн. м<sup>3</sup> в Астанинский котррегулятор будет сброшен 571,9 млн. м<sup>3</sup>. Трансформируется, только объем форсировки Астанинского водохранилища равной 59,1млн. м<sup>3</sup>.

**(2 вариант.)** Полный и полезный объем Астанинского водохранилища соответственно - 410,90 и 375,40 млн. м<sup>3</sup>. Нормативные отметки воды в водохранилище, м: НПУ - 403,00; УМО - 391,00 и ФПУ(МФУ) - 404,40. (за 1965-2000 годы полезный объем водохранилища уменьшился на 21 млн.м<sup>3</sup> [30]). На первом этапе Астанинское водохранилище наполняется от предполоводного объема принятого равным 60 млн. м<sup>3</sup>, наполняется до отметки НПУ равной 383,9 млн. м<sup>3</sup>. Затем, уже на втором этапе, осуществляется трансформация объема половодья и наполняется водохранилище до отметки ФПУ равной 443 млн. м<sup>3</sup>.

**Расчетная схема (2а вариант).** Водохранилище в первую очередь наполняется до отметки НПУ. Затем до трансформирующей емкости водохранилища. В Астанинском водохранилище половодье частично регулируется. Из формируемого объема половодья равной 631 млн. м<sup>3</sup> в Астанинский коттррегулятор будет сброшен 178 млн. м<sup>3</sup>. В этом подварианте Астанинское водохранилище совместно с Астанинским коттррегулятором в полной мере трансформирует максимальный сток реки Есиль 1,0% обеспеченности равной 631 млн. м<sup>3</sup>.

**(2б вариант.)** Сбросы воды из водохранилища составляет 185,5 млн.м<sup>3</sup>. Это говорит о том, что Астанинское водохранилище не в полной мере управляет максимальными объемами половодья при 1,0% обеспеченности) стока р. Есиль выше Астанинского водохранилища при 2б варианте. Возможность управления объемом половодья 1,0% обеспеченности выше Астанинского водохранилища и самое важное и главное, выше г. Астана, необходимо рассмотреть совместно с Астанинским коттррегулятором. В этом подварианте Астанинское водохранилище совместно с Астанинским коттррегулятором в полной мере трансформирует максимальный сток р. Есиль 1,0% обеспеченности равной 631 млн. м<sup>3</sup>.

Астанинский коттррегулятор – 450 млн.м<sup>3</sup>. На настоящее время пропускная способность реки Есиль порядка – 40 м<sup>3</sup>/с [31]. Тогда за месяц можно пропустить порядка 100 млн. м<sup>3</sup>. Откуда видно, что в общем необходимо управлять 795 млн. м<sup>3</sup> воды от формирующегося катастрофического половодья. На настоящее время, проводятся усиленные водохозяйственные и гидротехнические работы по реализации выполненных гидравлических исследований по повышению пропускной способности русла р.Есиль в пределах г. Астаны.

При 1,0 процентной обеспеченности, Астанинский коттррегулятор при совместной работе с Астанинским водохранилищем в полной мере управляет максимальным стоком, формирующиеся выше г. Астана.

Сергеевское водохранилище является основным регулятором стока р. Есиль на участке от Астанинского (Вячеславского) гидроузла до низовья реки. Сергеевское водохранилище, ведущее многолетнее компенсированное регулирование стока в целях надёжного обеспечения комплекса требований водопотребителей (в основном промводоснабжение) должно на каждый данный момент обладать нужным запасом воды, для последующего использования в маловодные пе-

риоды. Проектный объем Сергеевского водохранилища 693 млн. м<sup>3</sup>.

Расчётный срок заиливания Сергеевского водохранилища примерно 100 лет. Мертвый объем водохранилища – 58 млн.м<sup>3</sup>. Проектный объем 693,00 млн.м<sup>3</sup>, форсированный объем составляет 1366 млн м<sup>3</sup>, максимальная пропускная способность составляет 5800 м<sup>3</sup>/с [25]. Отсюда вытекает, что форсированный объем составляет 673 млн. м<sup>3</sup>. В соответствии с принятым II-ым классом капитальности, водосбросное отверстие плотины рассчитано на пропуск паводка равного 7600 м<sup>3</sup>/с [24]. Водосбросное сооружение: паводковые расходы пропускаются через железобетонную водосливную плотину без затворов, длиной 268 м с отметкой гребня 138,0 м. Водослив практического профиля с носком для отброса струи на отметке 133,0 м. При 1,0% процентной обеспеченности, Сергеевское водохранилище в полной мере управляет максимальным стоком. Так как пропускная способность водохранилища на 9000, больше, чем сбрасываемые воды из водохранилища 4335 млн. м<sup>3</sup>.

*Петропавловский гидроузел с водохранилищем на р. Есиль.* Водохранилище русловое. Проектный объем водохранилища 19,2 млн. м<sup>3</sup>. Год ввода в эксплуатацию 1973 г. Назначение водохранилища водоснабжение, орошение. Однако, проблемы пропуска воды начинается при максимальных расходах ниже 1,0 % обеспеченности. Как это было при половодье 2017 г. Так как пропускная способность гидроузла (класс капитальности гидротехнических сооружений) не увязан с пропускной способностью выше расположенного Сергеевским водохранилищем.

Из опыта эксплуатации водохранилища. можно заключить:

- почему, сооружения Петропавловского гидроузла отнесен к III-му классу капитальности? Тогда как, общепринятый уровень классов капитальности, каскадно-расположенных гидротехнических сооружений в водохозяйственной системе бассейна р. Есиль составляет II-ой класс капитальности;

- почему, не согласованы пропускные способности Сергеевского и Петропавловского водохранилищ?

*Вывод.* Должны пересматриваться классы капитальности, каскадно-расположенных гидротехнических сооружений в водохозяйственной системе бассейна р. Есиль и в том числе, Петропавловского гидроузла.

Поверочные расчеты были выполнены и для максимального стока р. Есиль при 0,1 % обеспеченности.

Проблемы планирования использования и охраны водных ресурсов, а также борьбы с вредными воздействиями воды в первую очередь, зависит от стратегии развития отраслей экономики, которые обоснованы в «Стратегия развития Казахстан-2020» [32.33]. Такие стратегии, в свою очередь руководствуются основополагающими документами: «Стратегия « Казахстан-2050» [34]; Концепция развития 2007-2024гг. [34.35], Водный кодекс, 2003 [4]. В последующем, принятые и рекомендованные стратегические вопросы, а также соответствия результатов оптимизационных расчетов и параметров водохозяйственных и водоохраных мероприятий, необходимо сопоставлять и проверять согласованность с требованиями нормативных документов международных сообществ:

- Рио-де-Жанейрской декларации по окружающей среде и развитию [36];
- с Европейской директивой по водному хозяйству [37];
- со стратегией Устойчивого развития государственного Гидрологического института (Российской Федерации) СУР ГГИ [38];
- Рамочной конвенцией об изменении климата [39].

Разработка методов борьбы с опасными гидрологическими явлениями (наводнениями), как на современный, так и перспективные периоды, требуют в первую очередь достоверного анализа гидрологической и водохозяйственных обстановок в бассейне реки.

Согласно рекомендации 1 «Конгресса по Большим плотинам» [40] опасность, исходящую от ГТС, можно разделить на 4-е категории.

К ГТС, относящимся к I-ой категории опасности, должны предъявляться требования как к сооружениям I-го класса. Кроме того, к I-ой категории опасности относятся ГТС, последствия, от аварий которых распространяются на территории сопредельных государств, а также ГТС, расположенные на одном водотоке каскадом, когда авария на одном ГТС может создать аварийную ситуацию на другом ниже-расположенном ГТС. Для ГТС, имеющих более высокий класс, чем категория опасности, класс сооружения сохраняется. Для сооружений, у которых класс ниже, чем категория опасности, класс следует уравнивать с категорией опасности. Суммарная полная емкость водохранилищ комплексного использования (Астанинского, Селетинского, Чаглинского и Есильского) в Акмолинской области 678,10 млн. м<sup>3</sup>. Суммарная полная емкость водохранилищ (Сергеевского, Петропавловского) в Северо-Казастанской области 712,20 млн. м<sup>3</sup>. Всего 6 водохранилищ – суммарная полная емкость -1390,3 млн. м<sup>3</sup>. Для анализа были приняты 5 водохранилищ, которые непосредственно влияют

и регулируют сток реки Есиль – суммарная полная емкость которых составляют -1362,3 млн.м<sup>3</sup>.

Астанинское и Сергеевское водохранилища, а также Астанинский контррегулятор по данным градамиям относятся к водохозяйственным объектам II категории. Но, учитывая, что в нижнем бьефе Астанинского водохранилища процветает столица Республики Казахстан – г. Астана, то они должны относиться к ГТС I категории [41]. Кроме того, к I-ой категории опасности относятся ГТС, последствия от аварий которых распространяются на территории сопредельных государств, а также ГТС, расположенные на одном водотоке каскадом, когда авария на одном ГТС может создать аварийную ситуацию на другом нижерасположенном ГТС.

По данным Севводхоза, отметка ФПУ Петропавловского водохранилища при 0,1 % обеспеченности 98,2м. Отметка ФПУ при 1 % обеспеченности 96,8м. В 2017 г. с начала половодья на Петропавловском гидроузле уровень повысился на 221 см и составил 908 см. Откуда, уровень воды в водохранилище составил бы –  $92,2+2,21 = 94,41$ м. Описание, ситуации, при подъеме уровня воды на 221 см в 2017 г. (очевидна отметка воды, была равна 94,41м. Это гораздо меньше, чем отметки ФПУ при 1 % обеспеченности 96,8 м) [42].

Приведенные выше, негативные последствия, а также все ущербы, были при отметке- 94,41м. Что будет, если, вода достигнет, отметки ФПУ при 1 % обеспеченности 96,8 м ( на 239 см выше, чем отметка воды 2017 года, или выше отметки НПУ на 460 см), при 0,1 % обеспеченности 98,2м (379 см выше, чем отметка воды 2017 г., или выше отметки НПУ на 600 см)?

**Выводы.** Отсюда вытекает, что при обосновании параметров Петропавловского гидроузла, допущены отдельные неточности и не согласованы классы капитальности гидротехнических сооружений каскадно расположенных гидроузлов в Казахстанской части бассейна р. Есиль. Для решения вышеперечисленных вопросов необходимо:

1. Разработать оптимальные режимы эксплуатации водохозяйственных объектов. Достоверно найти прогнозные положения по установлению формируемого объема половодья или паводка. Найти приемлемые для равнинных рек математические модели по установлению параметров максимального стока. Далее нужно разработать научно-методологические основы по пропуску и управлению максимальным стоком. Когда, и в каких случаях необходимо наполнять Астанинское водохранилище или держать его пустым, или же иметь какой-то промежуточный объем воды в нем. Астанинский контррегу-

лятор перед половодьем или же паводком всегда должен быть пустым.

2. При формировании максимального стока 1,0 процентной обеспеченности (и при 0,1 процентной обеспеченности), Астанинское водохранилище при частичном соблюдении расчетной схемы Д.И.Кочерина (водохранилище перед половодьем имеет объем не более 60 млн. м<sup>3</sup> и соответственно не наполнен до отметки НПУ, и при учете полезной отдачи, но без учета потерь воды из водохранилища) совместно с Астанинском контррегулятором в состоянии трансформировать и предотвратить возможные наводнения в районах г. Астана.

3. При тех же условиях, Сергеевское водохранилище в полной мере управляет максимальным стоком 1,0 процентной обеспеченности (и даже при 0,1 процентной обеспеченности). Но возникают, определенные трудности трансформации и пропуска максимального стока 1,0 процентной обеспеченности (и тем более при 0,1 процентной обеспеченности) Петропавловским водохранилищем, из-за несогласованности пропускной способности гидроузла с пропускной способностью выше расположенного Сергеевским водохранилищем. Это вытекает, из-за того, что гидротехнические сооружения Петропавловского гидроузла рассчитаны на III класс капитальности, против II класса капитальности гидротехнических сооружений Сергеевского водохранилища.

4. В 2017 г., уровень воды на Петропавловском гидроузле достиг отметки- 94,41м. И был нанесен огромный материальный и моральный ущерб, как населению, так и окружающей среде. Что будет, если, вода достигнет, отметки ФПУ при 1 % обеспеченности 96,8 м (на 239 см выше, чем отметка воды 2017 г.), если при 0,1 % обеспеченности 98,2м, и какие тогда будут ущербы? Отсюда вытекает, что при обосновании параметров Петропавловского гидроузла, допущены определенные неточности. Почему сооружения Петропавловского гидроузла отнесены к III-му классу капитальности и почему, не согласованы пропускные способности Сергеевского и Петропавловского водохранилищ?

5. Борьбу с максимальным стоком при низких значениях их обеспеченности, с целью недопущения наводнений в г. Астана, можно решить, не только за счет увеличения пропускной способности русла р. Есиль в пределах столицы Республики Казахстан, но и за счет отвода излишков воды через озеро Майбалык в русло реки Нура (там проводить мероприятия по обвалованию русла реки)

## Список литературы

1. Концепция Программы управления водными ресурсами РК на 2020-2030 годы /Правительство утвердило концепцию Программы управления водными ресурсами РК на 2020-2030 годы. Вторник, 28 января 2020,09:51:26.
2. Государственная программа развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017-2021 годы. г. Астана, 2017 год. Республики Казахстан от 14 февраля 2017 года № 420.
3. Мировые водные ресурсы на рубеже XXI века.– СПб: ГГИ, 2003.–436с.
4. Водный кодекс Республики Казахстан от 9 июня 2003 г. № 481-ІІ. (С изменениями и дополнениями по состоянию на 28.04.2016 г.). [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=1042116](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1042116).
5. Правила эксплуатации водохозяйственных сооружений, расположенных непосредственно на водных объектах. Утверждены приказом Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 31 марта 2015 года № 19-4/294.
6. *Соболь С.В.* Безопасная эксплуатация водных объектов [Электронный ресурс]: учеб. пос. для студентов вузов /С.В. Соболь, А.В. Февралев, И.С. Соболь; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2016. – 336с. -1 электрон. опт. диск (CD-ROM). ISBN 978-5-528-00159-3
7. Типовые правила использования водохранилищ. Утверждены Приказом Минприроды России от 24.08.2010.№330.
8. О Концепции предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и совершенствования государственной системы управления в этой области //Постановление Правительства Республики Казахстан от 23 ноября 2005 года N 1154. – Астана, 2005.-10 с.
9. АР05135407 «Борьба с опасными гидрологическими явлениями (наводнениями) в бассейне реки Есиль (Акмолинская и Северо-Казахстанская области) в условиях меняющегося климата»
10. *Зауірбек Ә.К.* Проект. Рекомендации по трансформации в водохранилищах и пропуска половодья 1% обеспеченности транзитом по створу реки Есиль. -Астана –Алматы, 2020. - 88 с.
11. Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Есиль (Есиль) на территории РК. – Алматы. 2006. – 70 с.
12. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003. -Москва: 2004. -84 с.
13. СНиП 2.01.14-83. Определение гидрологических характеристик – М: Стройиздат, 1985. - 36с.
14. Изменения климата – 2007: Воздействия изменения климата, адаптация и уязвимость. Доклад Рабочей группы 2 МГЭИК. 2007 г.
15. Изменение климата – 2007: научно-физическая основа. Доклад Рабочей группы 1 МГЭИК.

16. Методика расчета водохозяйственных балансов водных объектов. -М.:, 2007. -72с.

17. Ресурсы поверхностных вод районов освоения Целинных и залежных земель. Акмолинская область. Каз ССР. Л.:Гидрометеиздат, 1958, вып.1.-789с.

18. Ресурсы поверхностных вод районов освоения Целинных и залежных земель. Северо-Казахстанская область. Каз ССР. Л.:Гидрометеиздат, 1960, вып.5.-419с.

19. *Заурбеков А.К.* К определению расчетных максимальных стоков рек в зоне влияния водохранилищ // Межд. по вод. Хозяйству. - Тезисы докл. Ташкент. 1996. - С. 131-132.

20. Отчет Есильского водохозяйственного управления за 2017 год.

21. Паспорт Ишимского водохранилища.

22. Паспорт Астанинского водохранилища.

23. Астанинский контррегулятор спас столицу от паводков. // <http://www.arnapress.kz/astana/life/ecology/70763/>

24. Паспорт Сергеевского гидроузла с водохранилищем на р. Есиль.

25. Паспорт Петропавловского гидроузла с водохранилищем на р. Есиль.

26. Материалы Севводхоза.

27. *Зеурбек Ә.К., Әбдіжаппар Ұ.Т.* Принципиальные основы расчета трансформации половодья водохранилищами в бассейне реки Есиль при современном уровне развития отраслей экономики //Евразийский союз ученых (ЕСУ). Ежемесячный научный журнал №6(75)/2020. 2 часть.- 68с. - С.29-36.

28. *Шамов Г.И.* Д.И.Кочерин основоположник учения о речном стоке. - Л.:Гидрометеиздат, 1950.- 36с.

29. *Бабкин В.И.* Какой должна быть идеология регулирования речного стока в XXI,2019 //веке<http://www.plotina.net/babkin-21/>

30. Проект «Защита г. Астаны от затопления паводковыми водами р. Есиль». Том 1. Книга 1. Пояснительная записка. –Алматы, октябрь, 2003.

31. Утверждения работников водного хозяйства Акмолинского филиала АО Казводхоз.

32. Отчет о деятельности инспекции за 2017 год.-Астана: Есильская бассейновая инспекция по регулированию использования и охраны водных ресурсов,2018.

33. Стратегический план развития Республики Казахстан до 2020 года. Указ Президента Республики Казахстан от 1 февраля 2010 года №922.

34. Послание Президента Республики Казахстан - Лидера нации Нурсултана Назарбаева народу Казахстана «Стратегия «Казахстан-2050» - новый политический курс состоявшегося государства».- Астана, Акорда, 2012 год.

35. Концепция перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007-2024 гг.- Астана, 2007. – 69с.

36. Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию // Конференции Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро 3-14 июня 1992 года. - ООН,1992.- 9 с.

37. Кромер Р. Европейская директива по водному хозяйству // Гидротехническое строительство, № 12, 2002. –С. 44-46.

38. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И.А.Шикломанова.- СПб.: ГГИ, 2008. - 600 с.

39. Рамочная конвенция об изменении климата. Конференция Сторон. Двадцать первая сессия. Париж, 30 ноября–11 декабря 2015 года. Принятие Парижского соглашения. Предложение Председателя. Проект решения-/ СР.21.- 42с.

40. Рекомендации 1 «Конгресса по Большим плотинам».

41. МСН 3.04-01-2005. Межгосударственные строительные нормы. Гидротехнические сооружения. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. 2005.

42. Информация по паводковой обстановке на территории СКО (на 20.04.2020 г.) <http://sqo.emer.gov.kz/>.

## References

1. Konceptsiya Programmy upravleniya vodnymi resursami RK na 2020-2030 gody /Pravitel'stvo utverdilо konceptsiyu Programmy upravleniya vodnymi resursami RK na 2020-2030 gody. Vtornik, 28 yanvarya 2020,09:51:26.

2. Gosudarstvennaya programma razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Kazahstan na 2017-2021 gody. g. Astana, 2017 god. Respubliki Kazahstan ot 14 fevralya 2017 goda № 420.

3. Mirovye vodnye resursy na rubezhe ХХI veka.– SPb: GGI, 2003.—436s.

4. Vodnyj kodeks Respubliki Kazahstan ot 9 iyunya 2003 g. № 481-II. (S izmeneniyami i dopolneniyami po sostoyaniyu na 28.04.2016 g.). [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=1042116](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1042116).

5. Pravila ekspluatacii vodohozyajstvennyh sooruzhenij, raspolozhennyh neposredstvenno na vodnyh ob'ektah. Utverzhdeny prikazom Mini-stra sel'skogo hozyajstva Respubliki Kazahstan ot 31 marta 2015 goda № 19-4/294.

6. Sobol' S.V. Bezopasnaya ekspluataciya vodnyh ob'ektov [Elektronnyj resurs]: ucheb. pos. dlya studentov vuzov /S.V. Sobol', A.V. Fevrarev, I.S. Sobol'; Nizhegorod. gos. arhitektur.- stroit. un-t – Nizhnij Novgorod: NNGASU, 2016. – 336s.-1 elektron. opt. disk (CD-ROM). ISBN 978-5-528-00159-3

7. Tipovye pravila ispol'zovaniya vodohranilishch. Utverzhdeny Prikazom Minprirody Rossii ot 24.08.2010.№330.

8. O Konceptcii preduprezhdeniya i likvidacii chrezvychajnyh situacij prirodного i tekhnogennogo haraktera i sovershenstvovaniya gosudarstvennoj sistemy upravleniya v etoj oblasti //Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 23 noyabrya 2005 goda N 1154. – Astana, 2005.-10 s.

9. AP05135407 «Bor'ba s opasnymi gidrologicheskimi yavleniyami (navodneniyami) v bassejne reki Esil' (Akmolinskaya i Severo-Kazahstanskaya oblasti) v usloviyah menyayushchegosya klimata»

10. *Zəuirbek Ə.K.* Proekt. Rekomendacii po transformacii v vodohranilishchah i propuska polovod'ya 1% obespechennosti tranzitom po stvoru reki Esil'.-Astana –Almaty, 2020.- 88 s.

11. Skhema kompleksnogo ispol'zovaniya i ohrany vodnyh resursov bassejna r. Esil' (Esil') na territorii RK. – Almaty, 2006. – 70 s.

12. Opredelenie osnovnyh raschetnyh gidrologicheskikh karakteristik. SP 33-101-2003.-Moskva: 2004.-84 s.

13. SNiP 2.01.14-83. Opredelenie gidrologicheskikh karakteristik – M: Strojizdat, 1985. - 36s.

14. Izmeneniya klimata – 2007: Vozdejstviya izmeneniya klimata, adaptaciya i uyazvimosť. Doklad Rabochej grupy 2 MGEIK. 2007 g.

15. Izmenenie klimata – 2007: nauchno-fizicheskaya osnova. Doklad Rabochej grupy 1 MGEIK.

16. Metodika rascheta vodohozyajstvennyh balansov vodnyh ob'ektov.-M., 2007.-72s.

17. Resursy poverhnostnyh vod rajonov osvoeniya Celinnyh i zaleznyh zemel'. Ak-molinskaya oblast'. Kaz SSR. L.:Gidrometeoizdat, 1958, vyp.1.-789s.

18. Resursy poverhnostnyh vod rajonov osvoeniya Celinnyh i zaleznyh zemel'. Se-vero - Kazahstanskaya oblast'. Kaz SSR. L.:Gidrometeoizdat, 1960, vyp.5.-419s.

19. *Zaurbekov A.K.* K opredeleniyu raschetnyh maksimal'nyh stokov rek v zone vliyaniya vodohranilishch // Mezhd. po vod. Hozyajstvu.- Tezisy dokl. Tashkent. 1996.- S. 131-132.

20. Otchet Esil'skogo vodohozyajstvennogo upravleniya za 2017 god.

21. Pasport Ishimskogo vodohranilishcha.

22. Pasport Astaninskogo vodohranilishcha.

23. Astaninskij kontrregulyator spas stolicu ot pavodkov.

//<http://www.arnapress.kz/astana/life/ecology/70763/>

24. Pasport Sergeevskogo gidrouzla s vodohranilishchem na r. Esil'.

25. Pasport Petropavlovskogo gidrouzla s vodohranilishchem na r. Esil'.

26. Materialy Sevvodhoza.

27. *Zəuirbek Ə.K., Əbdizhappar Ғ.T.* Prinsipial'nye osnovy rascheta transformacii polovod'ya vodohranilishchami v bassejne reki Esil' pri sovremenom urovne razvitiya otraslej ekonomiki //Evrazijskij soyuz uchenyz (ESU). Ezhemesyachnyj nauchnyj zhurnal №6(75)/2020. 2 chast'.- 68s.- S.29-36.

28. Shamov G.I. D.I.Kocherin osnovopolozhnik ucheniya o rechnom stoke.- L.:Gidrometeoizdat, 1950.- 36s.

29. Babkin V.I. Kakoj dolzhna byt' ideologiya regulirovaniya rechnogo stoka v XXI,2019 //veke<http://www.plotina.net/babkin-21/>

30. Proekt « Zashchita g. Astany ot zatopeniya pavodkovymi vodami r. Esil' ». Tom 1. Kniga 1. Poyasnitel'naya zapiska. –Almaty, oktyabr', 2003.

31. Utverzhdeniya rabotnikov vodnogo hozyajstva Akmolinskogo filiala AO Kazvodhoz.

32. Otchet o deyatel'nosti inspekcii za 2017 god.-Astana: Esil'skaya bassejnovaya inspekcija po regulirovaniyu ispol'zovaniya i ohrany vodnyh resursov,2018.

33. Strategicheskij plan razvitiya Respubliki Kazahstan do 2020 goda. Ukaz Prezidenta Respubliki Kazahstan ot 1 fevralya 2010 goda №922.

34. Poslanie Prezidenta Respubliki Kazahstan - Lidera nacii Nursultana Nazarbaeva narodu Kazahstana «Strategiya «Kazahstan-2050» - novyj politicheskij kurs sostoyavshegosya gosudarstva».- Astana, Akorda, 2012 god.

35. Koncepciya perekhoda Respubliki Kazahstan k ustojchivomu razvitiyu na 2007-2024 gg.- Astana, 2007. – 69s.

36. Rio-de-Zhanejrskaya deklaraciya po okruzhayushchej srede i razvitiyu // Konferencii Organizacii Ob'edinennyh Nacii po okruzhayushchej srede i razvitiyu, Rio-de-Zhanejro 3-14 iyunya 1992 goda. - OON,1992.- 9 s.

37. *Kromer R.* Evropejskaya direktiva po vodnomu hozyajstvu // *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo*, № 12,2002. –S. 44-46.

38. Vodnye resursy Rossii i ih ispol'zovanie / Pod red. I.A.Shiklomanova.- SPb.: GGI, 2008. - 600 s.

39. Ramochnaya konvenciya ob izmenenii klimata. Konferenciya Storon. Dvadcat' pervaya sessiya. Parizh, 30 noyabrya–11 dekabrya 2015 goda. Prinyatie Parizhskogo soglasheniya.Predlozhenie Predsedatelya. Proekt resheniya-/ SR.21.- 42s.

40. Rekomendacii 1 «Kongressa po Bol'shim plotinam»...

41. MSN 3.04-01-2005. Mezhgosudarstvennye stroitel'nye normy. Gidrotekhnicheskie sooruzheniya. Opredelenie osnovnyh raschetnyh gidrologicheskikh harakteristik. 2005.

42. Informaciya po pavodkovoju obstanovke na territorii SKO (na 20.04.2020 g.) <http://sqo.emer.gov.kz/>.

**Зәуірбек Ә.К.**

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Астана қ., Қазақстан  
**ҚАЗАҚСТАН БӨЛІГІНДЕГІ ЕСІЛ ӨЗЕНІ БАССЕЙНІНДЕГІ СУ  
ТАСҚЫНДАРЫН БӨГЕНДЕРДЕ ТРАНСФОРМАЦИЯЛАУ ЖӘНЕ ӨТКІЗУ**

**Түйіндеме.** Судың 1% (0,1%) максималды ағынының өтуі бойынша гидрологиялық және су шаруашылығы есептерінің технологиясын негіздеу. Антропогендік әсердің болуы және болмауы кезіндегі максималды ағынды есептеу әдістері; су ресурстарын пайдаланудың қазіргі жағдайы мен келешегі және су қоймаларындағы су тасқынын реттеу және өткізу мүмкіндігі талданды. Қазіргі деңгейде каскадты су қоймалары арқылы су тасқындарының трансформациясы мен өтуіне гидрологиялық және су шаруашылық есептерін жүргізу мәселесі шешілген жоқ. Есіл өзені бассейніндегі су және жер ресурстарын пайдаланудың перспективалық деңгейінде су қоймаларын қамтамасыз етудің 1% (0,1%) су тасқынының трансформациясын шешу технологиясы және су тасқынын бақылау мүмкіндігі негізделген. Ғалымдарға, су шаруашылығы және қоршаған ортаны қорғаудың жобалау, іздестіру және пайдалану ұйымдарының қызметкерлеріне арналған. Қазақстан Республикасында алғаш рет жазық өзен бассейндеріндегі су қоймаларының трансформациясын және су тасқынының өтуін есептеу технологиясы әзірленді.

**Түйінді сөздер:** максималды ағын, антропогендік әсер, 1% (0,1%) қамтамасыздық, параметр, су қоймалары, технология, трансформациялау, өткізу, су тасқыны.

\*\*\*

**Zaurbek A.**

Eurasian National University. L. N. Gumilyova, Astana, Kazakhstan  
**TRANSFORMATIONS IN RESERVOIRS AND FLOOD PASSAGE IN THE  
KAZAKHSTAN PART OF THE ESIL RIVER BASIN**

**Abstract.** Justify the technology for the production of hydrological and water management calculations for the passage of the maximum flow of 1% (0.1%) supply. Analyzed and summarized: methods for calculating the maximum flow in the presence and absence of anthropogenic activity; the current state and prospects of the use of water resources and the possibility of regulating and passing floods by reservoirs. At the current level, the problem of producing hydrological and water management calculations for the transformation and transmission of floods by cascade reservoirs has not been resolved. The technology for solving the transformation of floods of 1% (0.1%) of the availability of reservoirs and the possibility of combating floods with a promising level of use of water and land resources in the Esil river basin has been substantiated. It is intended for scientists, employees of design and survey and operational organizations of water management, environmental protection. The technology for calculating the transformation in reservoirs and the passage of floods in

the basins of lowland rivers was developed for the first time in the Republic of Kazakhstan.

**Key words:** maximum runoff, anthropogenic activity, 1% (0.1%) supply, parameter, reservoirs, technology, transformation, pass, floods.

---

***Сведения об авторах***

***Зауирбек Ә.К.*** - доктор технических наук, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан. jakajak9@mail.ru

***Авторлар туралы мәліметтер***

***Зәуірбек Ә.К.*** - техника ғылымдарының докторы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Г. Астана, Қазақстан. jakajak9@mail.ru

***Information about the authors***

***Zauirbek A.*** - Doctor of Technical Sciences, Eurasian National University. L.N. Gumilyova, Astana c., Kazakhstan. jakajak9@mail.ru