

Завалей В.А., Жумадилов Н.И.

Оптимизация мониторинговой сети, используя методы автоматической калибровки гидродинамической модели подземных вод

Резюме. Поддержание и обслуживание мониторинговой сети подземных вод является дорогостоящим и поэтому необходимо разработать методику для рационализации сети без ущерба ее эффективности. Мониторинговые сети подземных вод предоставляют всю необходимую информацию для принятия обоснованных решений о состоянии окружающей среды. Данные о уровнях подземных вод являются важным критерием для калибровки модели. Данная работа направлена на исследования возможности использования UCODE-2005 в качестве средства калибровки моделей подземных вод для синтетических произвольных месторождений подземных вод. Данная методика разработана для оценки эффективности данных каждой из наблюдательных скважин в контексте калибровки модели. Далее, наблюдательные скважины, которые не имеют важного значения в калибровке модели, исключаются из системы и создается новая сеть с меньшим количеством наблюдательных скважин. В конечном итоге, создается сеть с минимальным, оптимальным количеством скважин, которая может предоставлять необходимую информацию об изменении и будущего поведения водозабора.

Ключевые слова: моделирование, оптимизация, калибровка, наблюдательная сеть, оптимизация, подземные воды.

Завалей В.А., Жумадилов Н.И.

Жерасты судың гидродинамикалық моделін автоматты түрде калибрлеудің әдістерін пайдалану арқылы мониторинг жүйесін оптимизациялау

Түйіндеме. Мониторинг жүйесін жүйелі түрде қызмет көрсетуін қолдау қымбат болып табылады. Сондықтан, мониторинг жүйесіндегі ұңғымалар санын қысқарта алатын методика ойлап шығару өте маңызды болып табылады. Жетілдірілген жаңа методика мониторинг жүйесіндегі ұңғымалар санын жерасты суларын моделін автоматты түрде калибрлеу арқылы тиімді түрде қысқартады. Жаңа жетілдірілген мониторинг жүйесі аз ұңғымалар санымен-ақ тиімді түрде жерасты суларының жүйесінің өзгеруі туралы толық хабарлама береді.

Түйінді сөздер: жерасты сулары, калибрлеу, оптимизациялау, мониторинг жүйесі, жерасты суларының моделі.

УДК 626.814;556.18.01

Заурбек А.К.¹, Нарбаева К.Т.², Нарбаев Т.И.², Исмаилова Г.К.²

¹Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева

²Казахский национальный аграрный университет

Республика Казахстан

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ РАСЧЕТА И КОРРЕКТИРОВКИ ПАРАМЕТРОВ ВОДОХРАНИЛИЩ В БАСЕЙНАХ БЕССТОЧНЫХ РЕК (НА ПРИМЕРЕ БАСЕЙНА РЕКИ ИЛЕ)

Абстракт. В данной статье приведены методология и научно-технические основы, и результаты исследования по корректировке параметров Капчагайского водохранилища, которые осуществляются в следующей последовательности:

- рекомендуемые водохозяйственные мероприятия принимаются в соответствии с учетом «Сценарии устойчивого развития Российского государственного гидрологического института» (СУР ГТИ) [1];
- производство гидрологических и водохозяйственных расчетов по определению параметров Капчагайского водохранилища.

Ключевые слова. Отдачи воды из водохранилища, параметры водохранилища, водохозяйственный комплекс, водохозяйственный баланс, экология акватории.

Введение

Долгосрочной задачей является обеспечение социально-экономического развития возможности воспроизводства природных ресурсов на уровне требований сохранения экологической устойчивости в рассматриваемом регионе. Социальные, экономические и экологические факторы развития рыночной экономики должны быть интегрированы с требованиями международных правовых актов, как в рамках планирования использования, так и управления природными ресурсами.

На сегодня не разработана цельная стратегия использования воды, увязанная с наличными водными ресурсами и учитывающая требования природных комплексов. Ключевыми проблемами водного хозяйства в стране являются: обеспечение на перспективу устойчивого развития отраслей экономики с целью полного удовлетворения материальных и духовных потребностей каждого гражданина РК при сохранении экологического равновесия в окружающей среде.

Следует подчеркнуть, что проблемы обоснования эколого-экономической эффективности совершенствования схем водорегулирования и водораспределения в бассейнах бессточных рек являются очень серьезной задачей. Так как на настоящее время срок эксплуатации большинства функционирующих гидротехнических сооружений превысили 40-50 и более лет.

1. Предлагаемый принцип определения параметров водохранилища

1.1 Расчеты по определению притока воды в реку Иле по водохозяйственным участкам (ВХУ) на территории Республики Казахстан для средней водности реки

К стоку реки 50 %-ой обеспеченности прибавляют разность стока и водопотребления на каждом водохозяйственном участке. Такие расчеты производят от створа 1-1 до створа 5-5, рисунок – 1. (Например: «Реки южного склона Жунгарского Алатау », створ 2-2. В общем, расчеты проводятся в разрезе многолетнего периода по данным режима стока реки, если имеются исходная информация; а в тех случаях, когда нет данных, то расчеты производятся по данным районных схем, и тем самым определяется расчетный сток. Зная водопотребление, а также режим водопотребления, определяются избыток или же дефицит стока за рассматриваемые расчетные интервалы. Если появляется дефицит, то в этом месяце нет притока воды в русло реки Иле. Сток реки Иле определяется, как сток реки Иле на приграничном створе (г/пост Добын), плюс разница стока и потребления на водохозяйственном участке). Таким образом, расчеты производят в разрезе каждого створа.

1.2 Расчеты по определению отдачи воды из Капчагайского водохранилища для средней водности реки

То есть, расчеты, в нижнем бьефе водохранилища, производят от оз. Балкаш (створ 9-9), до створа Капчагайского водохранилища (створ 5-5). Таким образом, расчеты производят от нижнего участка к верхнему. При следующем ограничении. Отметка уровня воды ↓ в оз. Балкаш, должен быть не ниже 341,0 м. Приток реки Иле составляет 80% от всего притока в озеро Балкаш равной 12,0 км³. То есть, по реке Иле в озеро Балкаш должен поступить 9,6 км³ воды в год.

Для этого: устанавливаются объемы потерь воды в дельте реки. На данном этапе, равна 2,4 км³. Тогда в створе 8-8, приток к дельте должен быть равен 12,0 км³. Приток же к створу 7-7 (перед водозабором в Акдалинский массив орошения) должен быть равен 12,8 км³. Потребности в воде Акдалинского массива орошения (безвозвратное) – 0,8 км³ воды в год.

Попуски воды из Капчагайского водохранилища (створ 6-6) должен составить 12,6 км³ воды в год. Так как 0,2 км³ воды в год будут поступать по реке Курты (избытки стока воды в бассейне реки Курты).

1.3 Расчет параметров водохранилища многолетнего регулирования

Выше приведенные расчеты показали, что отдача воды нетто из водохранилища (попуски воды из Капчагайского водохранилища - створ 6-6 должен составить 12,6 км³ воды в год): $A_{н}^{K.6} = 12,6 \text{ км}^3$. Потери воды из водохранилища, для средних условий: $W_{пот}^{K.6} = 1,9 \text{ км}^3$. Тогда отдача воды брутто: $A_{бр}^{K.6} = A_{н}^{K.6} + W_{пот}^{K.6} = 12,6 + 1,9 = 14,5 \text{ км}^3$. В таблице 1 приведены расчеты по определению притока воды в створ Капчагайского водохранилища.

Таблица 1 - Сводные данные к расчету параметров Капчагайского водохранилища за ретроспективный и перспективный период (2040 год) при разных предполагаемых сценариях развития отраслей экономики как в КНР, так и в РК

№	Показатели	до 1970	2011 (2007)	Перспектива (2040)		
				при умеренном развитии	при интенсивном развитии	согласно сценарию СУР ГГИ
1	Приток воды в створ водохранилища, км ³	17,0	14,93	13,90	12,71	14,38
2	Отдача воды брутто (среднее за многолетний период) при условии сохранения уровня оз. Балкаш на отметке 341,0 м, км ³	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
3	Параметры водохранилища: полный объем, км ³ , в том числе:	28,0	18,6			

- мертвый объем	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8
- полезная емкость	15,2	5,8			
Подпорные отметки, м:					
- отметка УМО	474,5	474,5	474,5	474,5	474,5
- отметка НПУ	485	479			

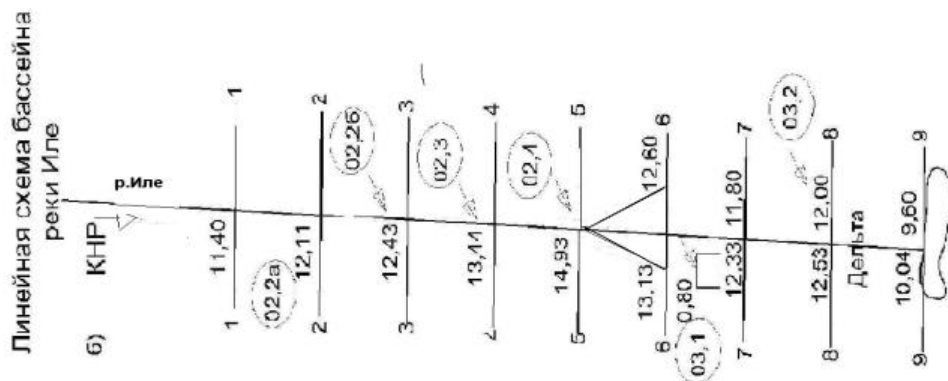


Рисунок 1. ВХБ и линейная схема использования водных ресурсов бассейна реки Иле

1.4 Ход решения задачи

4.4.1 Параметры стока, на 2040 год (укрупнено):

- среднееголетнее значение притока к створу водохранилища, $W_{np}^{K.6} = 13,0 \text{ км}^3$;
- коэффициент вариации $C_v = 0,30$;
- коэффициент асимметрии $C_s = 2 C_v$.

1.4.2 Отдача воды брутто из водохранилища: $A_{бр}^{K.6} = 14,5 \text{ км}^3$.

1.4.3 Определяется коэффициент зарегулирования стока зависимости [2]:

$$\alpha_{бр} = \frac{A_{бр}}{W_{np}^{K.6}}. \quad (1)$$

где $\alpha_{бр}$ – коэффициент зарегулирования;

$A_{бр}$ – отдача брутто воды из водохранилища;

$W_{np}^{K.6}$ – среднееголетнее значение притока воды к створу водохранилища.

Тогда $\alpha_{бр} = 14,5 / 13,0 = 1,12$.

1.4.4 Коэффициент автокорреляции между стоками смежных лет. Наиболее вероятное значение $r = 0,3$ [3].

1.4.5 Определяется многолетняя составляющая емкости водохранилища многолетнего регулирования ($\beta_{мн}$) [4]:

$$\beta_{мн} = (\alpha, C_v, C_s, r, p). \quad (2)$$

где r – коэффициент автокорреляции между стоками смежных лет;

p – обеспеченность удовлетворения потребности в воде водопотребителей.

1.4.6 Обеспеченность удовлетворения потребности в воде водопотребителей, определяется, как [5]:

$$P_{ВХК} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i \cdot \Pi_i}{\sum_{i=1}^n \Pi_i}, \quad (3)$$

где: Π_i – объем водопотребления i –ой отрасли экономики.

$P_{ВХК}$ – обеспеченность удовлетворения потребности в воде водохозяйственного комплекса (ВХК);

p_i – обеспеченность удовлетворения потребности в воде i – участника ВХК;

n – общее количество участников ВХК.

Ниже Капшагайского водохранилища расположены следующие отрасли экономики:

- природный комплекс особого государственного значения – озеро Балкаш: $P_i = 9,6 \text{ км}^3$ и $p_{п.ком} = 95\%$;

- орошаемое земледелие. Потребности в воде Акдалинского массива орошения: $P_{ор} = 0,8 \text{ км}^3$ (безвозвратное водопотребление) и $p_{ор} = 85\%$.

Тогда $P_{ВХК} = 0,94$. С большей надежностью можно заключить, что $P_{ВХК} \approx 95 \%$.

По номограммам определить многолетнюю составляющую емкости водохранилища многолетнего регулирования ($\beta_{мн}$), не возможно. Так как, в данном случае, уровень зарегулирования стока $\alpha_{бр} \geq 1,0$. В номограммах, приводятся данные, только для

$\alpha_{бр} \leq 0,9$ [3, 4]. Откуда выясняется, что, не возможно удовлетворить потребности в воде водопотребителей.

Поэтому в перспективе, начиная с 2014-2015 годов необходимо принимать кардинальные меры по сокращению потребности в воде всех водопотребителей. Причем, до 2015 годов, еще могут наблюдаться некоторое увеличение, а в последующие пятилетия и десятилетия должны быть существенные сокращения водопотребления, таблица 2.

Таблица 2 - Предполагаемые уровни водопотребления отраслей экономики в перспективе 2015-2060 годы в соответствии со сценарием развития СУР ГГИ [1]

№	Перспективные периоды (годы)	Водопотребление отраслей экономики в долях от 2011 (2006) года					Примечание
		коммунально-бытовое водоснабжение	промышленное водоснабжение	сельскохозяйственное водоснабжение	регулярное и лиманное орошение	другие отрасли	
1	2015	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	
2	2020	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	
3	2030	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	
4	2040	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	
5	2050	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
6	2060	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	

Таким образом, объемы водопотребления отраслей экономики в соответствии с требованиями охраны окружающей среды (сохранение уровня оз. Балкаш не ниже отметки 341,0 м), таблица 3, рисунок 2.

Анализ таблицы 3 показывает, что усилия по сокращению потребности в воде водопотребителей в бассейне реки Иле на территории РК недостаточны, для компенсации увеличения потребности в воде отраслей экономики на территории КНР. Например, если к 2040 году возрастание потребности в воде при умеренном развитии отраслей экономики на территории КНР составляет $1,0 \text{ км}^3$, то сокращение потребности в воде водопотребителей в бассейне реки Иле на территории РК составляет $- 0,42 \text{ км}^3$.

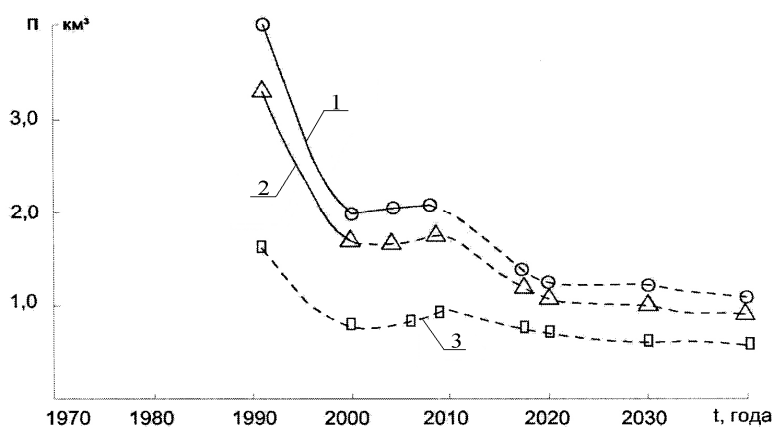


Рисунок 2 - Фактические и предполагаемые объемы водопотребления отраслей экономики в соответствии с кардинальными мероприятиями по сокращению потребности их в воде: 1- бассейн реки Иле выше Капшагайского водохранилища; 2- бассейн Большого Алматинского канала (БАК) без бассейна реки Иле; 3- Акдалинский массив орошения

Если не будет достигнуто соглашение на международном уровне с КНР, то невозможно решить проблемы сохранения внутреннего водоема – оз. Балкаш.

При таком случае, необходимо сокращать потребности в воде водопотребителей по всему Балкаш-Алакольскому водохозяйственному району (принятие кардинальных мероприятий по водосбережению). С тем, чтобы компенсировать приращение возрастания потребности в воде отраслей экономики на территории КНР.

2. Водохозяйственные мероприятия по сокращению потребности в воде водопотребителей.

Принятая предпосылка

При определении параметров Капшагайского водохранилища многолетнего регулирования исходили из положения, что сокращается потребности в воде водопотребителей по всему Балкаш-Алакольскому водохозяйственному району (БАВР) (принимаются кардинальные мероприятия по водосбережению). Тогда, за счет экономии водных ресурсов по всему бассейну БАВР, поступление воды в оз. Балкаш по реке Иле может быть снижены. В данном случае, достигается экономия воды в размере 20% - это $1,9 \text{ км}^3$ воды в год. Тогда по реке Иле в оз. Балкаш должен поступить не $9,6 \text{ км}^3$, а всего $7,7 \text{ км}^3$ воды в год.

Таким образом, отдача воды нетто из водохранилища (попуски воды из Капшагайского водохранилища - створ 6-6 должен составить $10,3 \text{ км}^3$ воды в год). То есть отдача воды нетто из водохранилища: $A_{\text{н}}^{K.6} = 10,3 \text{ км}^3$. Потери воды из водохранилища: $W_{\text{ном}}^{K.6} = 1,7 \text{ км}^3$. Тогда отдача воды

брутто: $A_{\text{бр}}^{K.6} = A_{\text{н}}^{K.6} + W_{\text{ном}}^{K.6} = (10,3 + 1,7) \cdot 10^9 = 12,0 \text{ км}^3$.

Приток воды в створ Капшагайского водохранилища при проведении кардинальных мероприятий колеблется в пределах $14,6\text{-}14,4 \text{ км}^3$, таблица 6. Сводные данные об объемах притока воды в створ Капшагайского водохранилища, таблица 4.

Таблица 3 - Расчет притока воды в створ Капшагайского водохранилища в годы 50%-ой обеспеченности при умеренном развитии отраслей экономики в КНР, в соответствии со сценарием развития СУР ГГИ в Казахстане и при условии сохранения природного комплекса особого государственного значения (оз. Балкаш. не ниже отметки 341.0 м) км³

№ проб	Наименование	Содержание компонентов, %													
		SiO ₂	CO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	F	Пш	H ₂ O	Σ
1	Гранулированный шлак НДФЗ	41,44	< 0,1	5,15	1,3	35,89	8,26	0,94	0,83	1,49	0,89	4,05	-	-	100,24
2	Доломит (вскрышные породы Каратау)	0,13	45,67	3,21	< 0,1	29,16	21,77	< 0,05	< 0,05	0,06	< 0,1	< 0,05	-	-	100,00
3	Известняк (вскрышные породы Каратау)	0,94	42,86	2,86	< 0,1	42,62	10,48	< 0,05	< 0,05	0,12	< 0,1	< 0,05	-	-	99,88
4	Литой шлак Хим.прома	41,66	< 0,1	4,29	< 0,1	39,86	8,87	0,94	0,63	1,15	0,75	2,5	-	-	100,65
5	Фосфогипс лежалый, ствал, з-д «Минеральных удобрений»	13,33	-	0,80	0,45	26,59	0,48	0,10	0,12	1,03	42,71	0,35	5,94	8,08	99,95
6	Фосфатокремнистые сланцы, м-е «Коксу»	61,10	3,63	4,79	9,18	5,04	2,41	2,86	0,36	5,76	-	-	4,25	-	99,08
7	Фосфатоглинистые сланцы, м-е «Коксу»	75,18	1,21	3,19	3,70	4,48	2,02	2,20	0,36	5,39	-	-	1,43	-	99,07
8	Фосфатизированный доломит (пшгчатый), м-е «Коксу»	10,5	40,12	2,39	1,53	24,11	19,35	0,47	0,25	0,8	-	-	<0,1	-	99,52
9	Фосфатизированные кремни, м-е «Жалпатас»	76,36	1,60	2,60	1,83	5,04	1,61	0,29	0,30	7,65	-	-	2,1	-	99,46

Таблица 4 - Сводные данные к расчету параметров Капчагайского водохранилища за ретроспективный и перспективный период (2040 год) в соответствии со сценарием развития СУР ГГИ в Казахстане и при условии сохранения природного комплекса особого государственного значения (оз. Балкаш, не ниже отметки 341,0 м) км³

№	Показатели	До 1970г.	2007г.	2040
1	Приток воды в створ водохранилища, км ³	17,0	14,93	14,38
2	Отдача воды брутто (среднее за многолетний период) при условии сохранения уровня оз. Балкаш на отметке 341,0 м, км ³	14,5	14,5	12,0
3	Параметры водохранилища: полный объем, км ³ , в том числе:	28,0	18,6	
	- мертвый объем	12,8	12,8	12,8
	- полезная емкость	15,2	5,8	7,0
	Подпорные отметки, м:			
	- отметка УМО	474,5	474,5	474,5
	- отметка НПУ	485	479	480,0

3. Расчет полезной емкости водохранилища многолетнего регулирования стока

В соответствии с осуществлением водосберегающих мероприятий по всему бассейну БАВР, на 2040 год: - среднеемноголетнее значение притока к створу водохранилища, $W_{np}^{K.6} = 14,38 \text{ км}^3$ (14,4 км³); - коэффициент вариации, $C_v = 0,30$;

- коэффициент асимметрии, $C_s=2 C_v$. Отдача воды брутто из водохранилища: $A_{бр}^{K.6} = 12,0 \text{ км}^3$.

Коэффициент зарегулирования стока по зависимости $\alpha_{бр} = 12,0 \cdot 10^9 / 14,4 \cdot 10^9 = 0,83$. Принятое значение коэффициента автокорреляции между стоками смежных лет $r = 0,0$. Обеспеченность удовлетворения потребности в воде водопотребителей: $P_{ВХК} = 0,95$ ($P_{ВХК} \approx 95 \%$). Определяется многолетняя составляющая емкости водохранилища многолетнего регулирования ($\beta_{мн}$) по номограммам. Многолетняя составляющая полезной емкости Капчагайского водохранилища по номограммам: $\beta_{мн} = 0,35$ [5].

Расчет сезонной составляющей Капчагайского водохранилища многолетнего регулирования, при $K_{рг} = \alpha_{бр}$ ($W_{г} = A_{бр г}$). Тогда сезонная составляющая Капчагайского водохранилища многолетнего регулирования определяется по зависимости [2,4,5]:

$$\beta_{сез} = \alpha_{бр} (t_m - m_m), \quad (5)$$

где $\beta_{сез}$ - сезонная составляющая Капчагайского водохранилища многолетнего регулирования; $\alpha_{бр}$ - отдача воды брутто из водохранилища; t_m - время межени в долях от года; m_m - доля среднего меженного стока в среднеемноголетнем стоке.

В свою очередь, время межени в долях от года, определяется как:

$$t_m = T_m / T_{г}, \quad (6)$$

где T_m - время межени в месяцах;

$T_{г}$ - продолжительность года в месяцах.

В свою очередь, доля среднего меженного стока в среднеемноголетнем стоке, определяется как:

$$m_m = W_m / W_{г}, \quad (7)$$

где W_m - объем меженного стока;

$W_{г}$ - объем годового стока.

Тогда $W_{г} = A_{бр г} = \alpha_{бр} \cdot W_o = 0,83 \cdot 12,96 \cdot 10^9 = 10,76 \cdot 10^9 \text{ м}^3$.

Сопоставление расчетного режима стока реки водопотребления (таблица 8) показывает, что $t_m = 7 / 12 = 0,58$; $m_m = 4 \cdot 480 / 10 \cdot 760 = 0,42$.

Таблица 5 - Расчет времени межени в долях от года и доли меженного стока от годового стока реки Иле в створе Добын при 50 %-ой обеспеченности

Показатели	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Расход реки в 2005 году, (м ³ /с)	243	306	380	315	506	651	465	776	465	338	244	237	411
Распределение стока реки, %	4,9	6,2	7,7	6,3	10,2	13,1	9,4	16,3	9,4	6,8	4,9	4,8	100

Сток реки в год ($W_r = A_{бр\Gamma}$), млн. м ³	530	670	830	680	1100	1410	1010	1750	1010	730	530	510	10760
Водопотребление в год ($W_r = A_{бр\Gamma}$), %	8,3	8,3	8,3	8,3	8,4	8,4	8,4	8,4	8,3	8,3	8,3	8,3	100
Водопотребление в год ($W_r = A_{бр\Gamma}$), млн. м ³	890	890	890	890	910	910	810	910	890	890	890	890	10760
($W_r - A_{бр\Gamma}$), (+)					+	+	+	+	+				5
($W_r - A_{бр\Gamma}$), (-)	-	-	-	-						-	-	-	7

Откуда $\beta_{сез} = \alpha_{бр} (t_m - m_m) = 0,83 \cdot (0,58 - 0,42) = 0,13$.

Тогда $V_c = 0,13 \cdot 12,96 \cdot 10^9 = 1,68 \cdot 10^9 \text{ м}^3$.

Полезная емкость водохранилища многолетнего регулирования:

$$\beta_{плз} = \beta_{мн} + \beta_{сез}. \quad (8)$$

Тогда $\beta_{плз} = 0,41 + 0,13 = 0,54$.

На сегодня, параметры Капчагайского водохранилища: отметка мертвого объема -474,5м (12,94 км³), НПУ - 485,0 (28,14); 479,0м (18,61 км³).

Скорректированные параметры Капчагайского водохранилища в соответствии с предлагаемой научно-методологической основой при обеспеченности удовлетворения потребности в воде водохозяйственного комплекса $P_{ВХК}=95\%$: отметка мертвого объема - 474,5м (12,80 км³), НПУ - 480,0м (19,8 км³).

ВЫВОДЫ

1. Водохозяйственная обстановка в бассейне реки Иле и в целом Иле-Балкашскому водохозяйственному району на современном (2011 год) уровне по сравнению 1960-70 годами существенно изменились. Ресурсы бассейна Иле-Балкашского бассейна – 28,85 км³, в том числе, реки Иле – 18,2 км³. Забор воды на территории КНР было в 1970 г. – 0,4 км³, теперь 2011 г. – 3,0 км³. Если общий объем использования свежей воды отраслей экономики в Иле-Балкашском бассейне было в 1960 г. – 0,7 км³, то 2011 г. достигло 2,7 км³ воды в год. Приток к приграничному створу было – 17,0 км³, теперь – 2011 г. – 14,13 км³. Поэтому возникла необходимость в пересмотре параметров Капчагайского водохранилища.

2. Исходными предпосылками для корректировки параметров Капчагайского водохранилища были приняты, что в перспективе развития отраслей экономики как на территории КНР, так и на территории РК предполагаются в соответствии со следующими сценариями:

- умеренное развитие;
- интенсивное развитие.

3. При умеренном развитии отраслей экономики на территории КНР, приток в приграничный створ РК в 2040 году составит 10,40 км³, вместо 11,0 км³ в 2015 году и при интенсивном развитии отраслей экономики будут поступать 9,4 км³, вместо 11 км³ в 2015 году.

4. При умеренном развитии отраслей экономики на территории РК, приток в створ Капчагайского водохранилища в 2040 году составит 13,90 км³, вместо 14,49 км³ в 2015 году и соответственно при интенсивном развитии отраслей экономики будут поступать 12,31 км³ в 2040 году, вместо 14,49 км³ в 2015 году.

5. Для сохранения уровня воды в оз. Балкаш на отметках не ниже 341,0 м рекомендованы внедрение водосберегающих мероприятия и тем самым развитие отраслей экономики на территории РК в соответствии со сценарием развития СУР ГГИ. Водохозяйственные мероприятия по водосбережению в отраслях экономики в бассейне реки Иле в соответствии с рекомендациями СУР ГГИ позволяют снизить водопотребление на 2040 год всего на 0,42 км³, что не достаточно компенсации увеличения потребности в воде на территории КНР на 1,0 км³. Поэтому водохозяйственные мероприятия по водосбережению осуществляется по всему Иле-Балкашскому водохозяйственному району.

6. Водосберегающие мероприятия в целом по Иле-Балкашскому водохозяйственному району позволяет сэкономить порядка 1,90 км³ к 2040 году, в этом случае приток стока в створ Капчагайского водохранилища при проведении кардинальных водосберегающих мероприятий колеблется в пределах 14,6-14,4 км³ в год. Тогда по реке Иле в озеро Балкаш должен поступать не 9,6

км³, а 7,7 км³ воды в год. Отдача воды нетто – 10,3 км³, потеря воды из водохранилища 1,7 км³, отдача воды брутто из Капчагайского водохранилища составит 12,0 км³ воды в год.

7. Скорректированы параметры Капчагайского водохранилища в год средней водности в соответствии с предлагаемой методикой при обеспеченности удовлетворения потребности в воде водохозяйственного комплекса $P_{ВХК} = 95\%$, отметка мертвого объема УМО = 474 м (12,8 км³) и нормальный подпертый уровень НПУ = 480 м (19,8 км³).

ЛИТЕРАТУРА

1. Водные ресурсы России и их использование. Под редакцией Шикломанова И.А. СПб.: ГГИ, 2008. – 600 с.
2. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Водохозяйственные расчеты. М.: Гидрометеиздат, 1952. – 382 с.
3. Железняков Г.В. Гидрология, гидрометрия и регулирование стока. М.: Колос, 1984. – 205 с.
4. Чокан Ш.Ч. Баишев Б.Б., Григоров В.А. Расчеты водохранилищ многоцелевого назначения. Алма-Ата. Наука, 1983. – 201 с.
5. Заурбек А.К. Вода и устойчивость гидроэкосистем. – Алматы: КазНацАГРУ, 2009. – 570 с.

Заурбек А.К., Нарбаева К.Т., Нарбаев Т.И., Исмаилова Г.К.

Ағынсыз алапта су қойманың параметрлерін жөндеу және жетілдіру әдісінің есебі

Түйіндеме. Берілген мақалада Капчагай су қоймасының параметрлерін ғылыми – техникалық, әдістемелік негізде жөндеу мен жетілдіру қорытындылары көрсетілген.

Түйін сөздер: су қойманың тұтынуы, су қоймасының параметрлері, су шаруашылық кешені, су шаруашылық тепе-теңдік, экологиялық автория.

Zaurbek A., Narbayeva K., Narbayev T., Ismailova G.K.

Improvement methodology and adjustment parameters of reservoirs in the pool of undrained rivers (Case study of Ile River basin)

In the current article the methodology and scientific – technical basin by the result of research on correcting parameters of Kapshagai water reservoir are offered.

Keywords: return water from the reservoir, the reservoir parameters, water management system, water balance, ecology of water.

УДК 556.3:504.4.054

Ибраимов В.М., Сотников Е.В.

Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева

г. Алматы, Республика Казахстан

ibraimov@phrear.kz, sotnikov@phrear.kz

ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Аннотация. Рассматривается необходимость создания специализированной сети наблюдательных скважин с целью изучения возможного химического загрязнения подземных вод нефтепродуктами на участках автозаправочных станций (АЗС) и нефтебаз. Приведены примеры загрязнения подземных вод питьевого качества нефтепродуктами. Рассмотрена необходимость разработки методических рекомендаций по изучению и предотвращению загрязнения подземных вод.

Ключевые слова: подземные воды, загрязнение, нефтепродукты, наблюдательная сеть.

Великий ученый Владимир Иванович Вернадский предавал серьезное значение природной воде, он отмечал что: «Вода стоит особняком в истории нашей планеты. Нет природного тела, которое могло бы сравниться с ней по влиянию на ход основных самых грандиозных, геологических процессов. Нет земного вещества – минерала, горной породы, живого тела, которое бы ее не заключало. Природная вода охватывает и создает всю жизнь человека» [1, с. 9].

Для Казахстана, с аридным климатом, редкой речной сетью и прогрессирующим ухудшением качества поверхностных вод, подземные воды являются стратегическим ресурсом, играющим особую роль в обеспечении населения питьевой водой. Согласно подпункту 6.4 СНиПа РК 4.01-02-2009 для питьевых водопроводов должны максимально использоваться имеющиеся ресурсы подземных вод, удовлетворяющих санитарно-гигиеническим требованиям [2]. В Казахстане разведано порядка 1200 месторождений подземных вод различного целевого назначения, в том числе и питьевого.