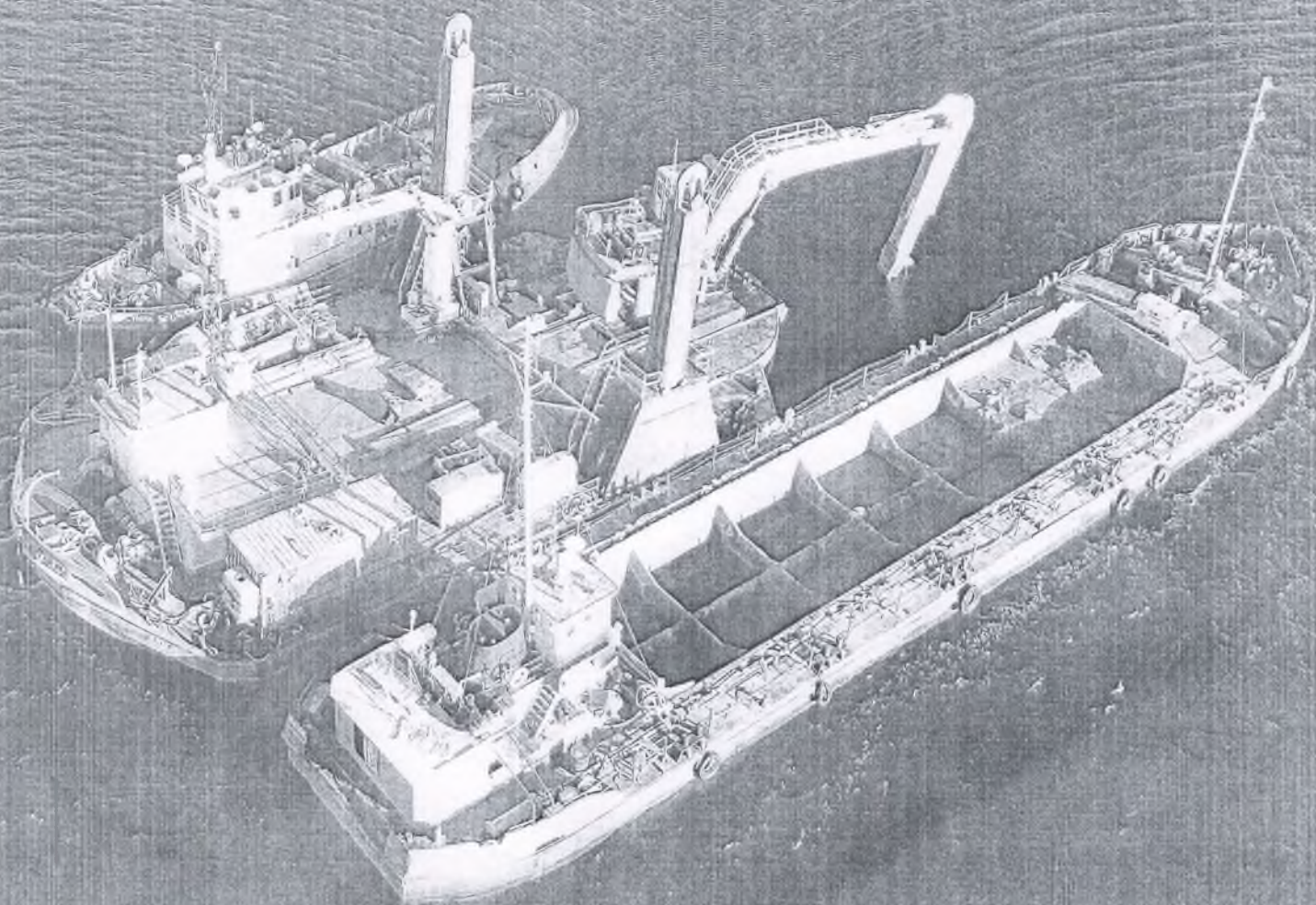


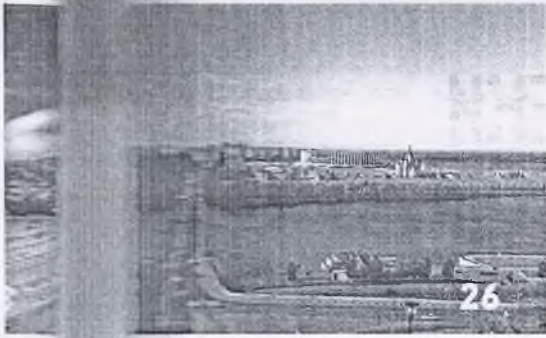
Гидротехника наука и технологии 10 лет

СТРОИТЕЛЬСТВО ПОРТОВ
И ДНОУГЛУБЛЕНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА
И РЕМОНТА

4 (53) / 2018
ноябрь — февраль





ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

НОВОСТИ ОТРАСЛИ

- 6 Гидроэнергетика как фактор устойчивого развития 56
- 7 Гидроэнергетики и гидротехники обсудили проблемы и достижения отрасли 58

ОБСУЖДЕНИЕ ГЭС

- 11 **Борозин Ю. А., Дороднов В. В.** К вопросу математического моделирования
14 гидротурбины как комплекса взаимосвязанного
17 оборудования ГЭС 60
- 18 **Борозин А. Ю.** Инновационные решения ПАО «Силовые машины»
20 в гидроэнергетике (на примере ГЭС Турецкой Республики) 62

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЭС

- 22 **Давыдов Г. М., Окунев С. Н., Скорбилин Н. А.** Особенности температурной
24 стабилизации мерзлых пород, примыкающих к плотине Вилкойской ГЭС-3 64

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

МАТЕРИАЛЫ. МЕТОДЫ РАСЧЕТА

ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕМОНТА

- 26 **Борозинский О. А., Зуев С. С., Корчагин И. С.** Использование специальных
28 технологических технологий в портовом строительстве 70
- 29 **Гончаров В. В.** Трубошпунт в портостроении: технологии и инновации 76
- 30 **Сидорова И. В.** Судба и профессия. К юбилею В. В. Гончарова 80
- 31 **Слободяник А. В., Шунько Н. В.** Глубоководный причал
32 из стального шпунта 82
- 33 **Бастеренко А. В.** Технические решения для ремонта надводных
34 и подводных конструкций ГТС 86

ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

- 35 **Березников В. В.** Защита морских сооружений от коррозии
36 катодным током 88

КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- 37 **Борозин Ю. А.** Композитные материалы — шаг вперед для всей строительной отрасли».
39 мнение эксперта 91

ТЕХНОЛОГИИ БЕРЕГОЗАЩИТЫ

- 41 **Басс О. В.** Защита морских берегов Калининградской области:
42 история и современное состояние 94

МЕТОДЫ РАСЧЕТА

- 47 **Борозин Ю. А., Кодиров С. М., Гаффарова М. Ф.** Диспетчерский график
48 для рациональному наполнению и сработке водохранилищ 98
- 50 **Борозин Ю. А.** Подписка на журнал «Гидротехника» 100

РЕДАКЦИОННО-ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ:

Беллендир Е. Н., д. т. н., генеральный директор АО «Институт Гидропроект»

Ватин Н. И., д. т. н., профессор СПбГПУ имени Петра Великого

Волосухин В. А., д. т. н., профессор, Засл. деятель науки РФ, ректор Академии безопасности гидротехнических сооружений

Глаговский В. Б., д. т. н., советник генерального директора АО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева»

Гуткин Ю. М., к. т. н., главный специалист «Союзпроектверфь» АО «Центр технологии судостроения и судоремонта», Заслуженный строитель РФ

Жигульский В. А., к. т. н., директор ООО «Эко-Экспресс-Сервис»

Лаврицев А. В., генеральный директор ФГУП «Росморпорт»

Макаров К. Н., д. т. н., проф., зав. каф. городского строительства Сочинского государственного университета, академик РАТ

Меншиков В. Л., к. т. н., президент Ассоциации «Морпортэкспертиза»

Прокопенко А. Н., к. т. н., зав. отд. гидроэнергетики и гидроэнергетического оборудования АО «НПО «ЦКТИ им. Ползунова»

Пятаков В. Г., д. т. н., начальник отдела ГТС и РРМ АО «ИРГИРЕДМЕТ»

Цернант А. А., д. т. н., профессор, академик РАТ, научный консультант ТК465 «Строительство» ФАУ ФЦС Минстроя РФ

Шабликов Н. В., зам. директора департамента судостроительной промышленности и морской техники Минпромторга России

Шибакин С. И., д. т. н., специалист «Газпром добыча шельф Южно-Сахалинск»

Шилин М. Б., д. г. н., профессор, зав. кафедрой экологии РГГМУ

Шуйский В. Ф., д. б. н., профессор, академик РАЕН, нач. отд. ООО «Эко-Экспресс-Сервис»

Юркевич Б. Н., к. т. н., первый заместитель генерального директора, главный инженер АО «Ленгидропроект»

ДИСПЕТЧЕРСКИЙ ГРАФИК ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ НАПОЛНЕНИЮ И СРАБОТКЕ ВОДОХРАНИЛИЩ



Гаппаров Ф. А.,
к. т. н. доцент, зав. лаб.
«Водохранилища и их безопасность»
НИИ ирригации и водных проблем



Кодиров С. М.,
ст. преподаватель кафедры
гидрологии ТИИИМСХ



Гаффарова М. Ф.,
магистрантка кафедры гидравлики
и гидроинформатики ТИИИМСХ

Аннотация. В статье предложен метод составления графика наполнения и сработки водохранилища в различные по водности годы: с минимальными холостыми сбросами в многоводные годы и наименьшими потерями в маловодные годы.

Ключевые слова: эксплуатация водохранилища, расчет режима работы водохранилища, ограничение наполнения водохранилища, ограничение подачи воды из водохранилища.

Одним из главных вопросов эксплуатации водохранилищ, определяющих его судьбу и сохранность сооружений, возможность эффективного использования речного стока, является вопрос установления оптимального режима наполнения и сработки ирригационных водохранилищ.

Режим работы водохранилища устанавливается при помощи диспетчерского графика, который должен содержать противоперебойную восходящую ветвь, служащую линией ограничения наполнения водохранилища в многоводных условиях, линией ограниченных подач при маловодных условиях, а также линией наполнения и сработки водохранилища.

Эти линии строятся в начале года после получения прогноза объема стока за год по реке и с учетом объема наполнения водохранилища в начале года. Для этого необходимо иметь график внутригодового распределения стока по реке, график гарантированных подач воды потребителям и данные о составляющих водного баланса.

Сначала изучается сток реки по натурным гидрологическим данным за последние 20–30 лет, и определяются маловодные, средневодные и многоводные годы. Затем определяется декадная составляющая водного баланса. По итогам анализа собранных материалов определяется рациональ-

ный режим наполнения и сработки ирригационных водохранилищ. Диспетчерский график составляется на основе линий ограничения наполнения и линий ограничения подачи воды из водохранилища.

Линия ограничения наполнения водохранилища

Для определения ординат линии ограничения наполнения водохранилища нужно иметь данные наблюдений декадных приходных и расходных составляющих водного баланса. На основании этих материалов ординаты линии ограничения наполнения водохранилища определяется по формуле:

$$W_j = W_{НПУ} - S_{max} + \sum_{i=1}^j (A \sum \Pi - \sum P) \quad (1)$$

где: W_j — объем водохранилища в конце декады по линии ограничения наполнения, млн м³; $j = 1, 2, 3, \dots, 30$ (декады); $W_{НПУ}$ — объем водохранилища при НПУ, млн м³; $S_{max} = \sum_{i=1}^k (A \sum \Pi - \sum P)$ — максимальные значения объема стока в течение года, млн м³; k — декада, в котором сумма достигает максимального значения;

$$A = \frac{W_6}{W_k}$$

где W_6 — прогнозируемый годовое количество стока в расчетном году, млн м³; W_k — среднемноголетний объем стока, млн м³; $\sum \Pi$ — сумма среднедекадных составляющих приходных

RESERVOIR OPERATING RULE CURVE ON RATIONAL FILLING AND WATER DISCHARGE

F. Gapparov, PhD in Engineering, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers (TIAME)

S. Kodirov, Senior Lecturer, Department of Hydrology, TIAME

M. Gaffarova, postgraduate, Hydraulics and Hydroinformatics Department, TIAME

Abstract. The article proposes a method for compiling a schedule for filling and draining a reservoir in years of different water content with minimum discharges in high water years and least losses in low-water years.

Keywords: reservoir operation, calculation of reservoir operation mode, restriction of reservoir filling, reservoir water discharge restrictions.

объемов воды, млн м³; $\sum P$ — сумма среднедекадных расходных составляющих, млн м³.

Таким образом, была разработана линия ограничения наполнения водохранилища на примере Ташкентского водохранилища, расположенного в предгорной зоне. Рекомендовано линию ограничения его наполнения использовать для различных годов водности (табл. 1).

Линии ограничения подачи воды

В маловодные годы в вегетационном периоде для рационального использования воды в водохранилище

необходимо составить график линии ограничения подачи воды. Ее ординаты определяются по формуле:

$$W_j = W_0 - S_{мин} + \sum_{i=1}^j (A \sum \Pi - \sum P), \quad (2)$$

где; W_j — объем водохранилища в конце декады по линии ограничения подачи воды, млн м³; $j = 1, 2, 3, \dots, 36$ (декады); W_0 — мертвый объем водохранилища, млн м³; $S_{мин} = \sum (A \sum \Pi - \sum P)$ — минимальные значения объема воды в течение года, млн м³; k — декада, в которой сумма достигает минимального значения (табл. 3). Линия ограничения наполнения водохранилища

служит для регулирования сработки водохранилища таким образом, чтобы в период паводка избежать аварийной ситуации при переполнении водохранилища.

Линия ограниченных подач воды служит для регулирования сработки в маловодных условиях таким образом, чтобы не оставить потребителей совсем без воды, а распределить ограниченные подачи в течение года с наименьшими экономическими потерями, если сток в водохранилище недостаточен для обеспечения гарантированных подач.

Табл. 1. Результаты расчета ординат линии ограничения наполнения Ташкентского водохранилища.

Составляющие элементы водного баланса	Январь			Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Приход, $W_{\text{п}}$, млн м ³	15,5	14,3	13,8	13,5	15,5	16,7	22,6	44,0	107,6	123,9	209,0	218,4	78,8	69,5	140,5	114,0	71,5	31,9
Расход, $W_{\text{р}}$, млн м ³	10,7	9,0	8,6	8,6	10,8	16,7	17,3	40,0	115,2	109,2	197,7	186,8	49,9	50,5	138,8	119,1	62,3	33,3
$W_{\text{п}} - W_{\text{р}}$	4,8	5,3	5,1	4,9	4,7	0,0	5,3	4,0	-7,5	14,7	11,3	31,6	28,8	19,1	1,7	-5,2	9,3	-1,4
$\sum (A \cdot W_{\text{п}} - W_{\text{р}})$	4,8	10,1	15,2	20,1	24,8	24,8	30,1	34,1	26,5	41,2	52,5	84,1	113	132,0	133,7	128,5	137,8	136,5
$W = W_{\text{пол}} - S_{\text{мах}} + \sum (A \cdot W_{\text{п}} - W_{\text{р}})$	117	122	127	132	137	137	142	146	139	153	165	196	225	244	246	241	250	248
Приход, $W_{\text{к}}$, млн м ³	12,7	7,5	6,1	8,5	8,7	14,5	12,8	10,1	12,2	10,0	12,8	14,4	15,5	25,8	27,9	22,6	21,9	25,4
Расход, $W_{\text{ч}}$, млн м ³	27,6	27,1	33,8	27,0	26,6	26,7	21,3	12,4	7,3	9,8	8,2	11,4	5,4	31,1	58,1	27,5	16,6	0,0
$W_{\text{к}} - W_{\text{ч}}$	-15,0	-19,7	-27,7	-18,5	-17,9	-12,2	-8,5	-2,3	4,9	0,1	4,6	3,0	10,1	-5,3	-30,2	-4,9	5,3	25,4
$\sum (A \cdot W_{\text{к}} - W_{\text{ч}})$	121,5	101,8	74,1	55,6	37,7	25,6	17,0	14,7	19,6	19,8	24,4	27,4	37,5	32,2	2,0	-2,9	2,4	27,7
$W = W_{\text{пол}} - S_{\text{мах}} + \sum (A \cdot W_{\text{к}} - W_{\text{ч}})$	233	214	186	168	150	138	129	127	132	132	136	139	150	144	114	109	114	140

Табл. 2. Отметки горизонта воды, соответствующие ординатам линии ограничения наполнения водохранилища

Месяцы	$W_j = W_{\text{пол}} - S_{\text{мах}} + \sum_{i=1}^j (A \sum \Pi - \sum P)$	Отметка воды, м
Январь	122	387
Февраль	135	388
Март	142	388,8
Апрель	171	390,6
Май	238	393,5
Июнь	250	394
Июль	211	392,3
Август	152	389,5
Сентябрь	129	387,5
Октябрь	136	388
Ноябрь	136	388
Декабрь	121	386,9

Табл. 3. Отметки горизонта воды, соответствующие ординатам линии ограничения водоподачи

Месяцы	$W_j = W_0 - S_{\text{мин}} + \sum_{i=1}^j (A \sum \Pi - \sum P)$	Отметка воды, м
Январь	38	377
Февраль	38	376,7
Март	50	378,6
Апрель	68	381
Май	71	381,7
Июнь	53	379
Июль	36	376
Август	26	373,9
Сентябрь	30	374,8
Октябрь	43	377,3
Ноябрь	49	378
Декабрь	36	376

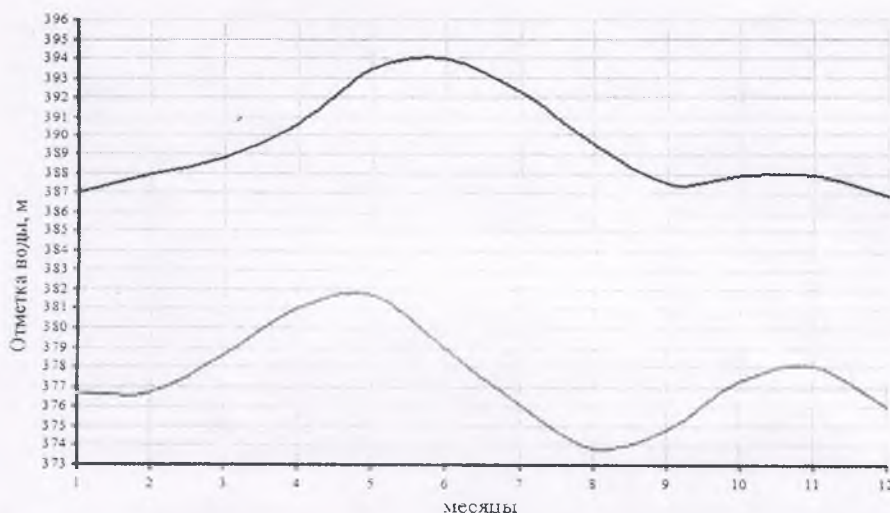


Рис. 1. Диспетчерский график эффективного наполнения и сработки Ташкентского водохранилища

Учитывая, что наполнение водохранилища в начале года может отличаться от значений по годам, как и сток в водохранилище по реке, а также могут изменяться объемы воды, подаваемой потребителям, диспетчерский график необходимо составлять в начале года на расчетный год.

Максимальный расход паводка надо учитывать при определении положения ограничения наполнения вблизи НПУ в период пика паводка, т. к. в это время неизбежным будет

переполнение водохранилища, если по каким-либо причинам водохранилище не сможет сбрасывать воду расходом стока. Поэтому наполнение водохранилища следует сдвигать до времени, когда после пика паводка расход начинает уменьшаться.

Для удобства практического использования диспетчерского графика ординат его линии надо выразить в отметках уровня воды в водохранилище, для чего воспользоваться кривой зависимости объема водо-

хранилища от отметки уровня в нем (рис. 1).

Наполнение и сработка водохранилища осуществляются согласно диспетчерскому графику. При этом уровень воды в водохранилище всегда должен находиться между линиями ограничения наполнения и подачи воды, отраженными на диспетчерском графике.

Построенный в начале года диспетчерский график, отражающий в себе все внутригодовые изменения стока и начальный объем водохранилища к началу года, создает условия для рационального использования воды и гарантированного обеспечения потребителей нужным количеством воды.

Литература

1. Гидротехнические сооружения. Справочное проектирование. М.: Стройиздат, 1983. 543 с.
2. Крицкий С. Н., Мендель М. Ф. Гидротехнические основы управления речным стоком. М.: Наука, 1981. 256 с.
3. Белесов Б. И., Садынов А. Х., Гаппаров Ф. А. Наполнение и сработка водохранилищ в маловодных условиях // Мелиорация и водное хозяйство: сб. научных трудов / САНИИРИ. Ташкент, 1995. С. 130-133.

Гидротехника наука и технологии

ОФОРМИТЕ ПОДПИСКУ НА ЖУРНАЛ «ГИДРОТЕХНИКА» В 2019 ГОДУ,

отправив заявку в свободной форме — интересующие вас номера, их количество и реквизиты вашей организации на адрес hydroteh@gmail.com.

Вариант подписки	Стоимость в рублях, НДС не облагается
Годовая подписка на печатную версию журнала (4 номера), отправка по России	5000
Годовая подписка на печатную версию журнала (4 номера), отправка за рубеж	5600
Годовая подписка на электронную версию журнала (4 номера)	3000
Годовая подписка на печатную и электронную версию журнала (4 номера)	7000

Журнал и бухгалтерские документы направляются подписчику Почтой России. Электронная версия направляется на электронный адрес, указанный в бланке подписки; бухгалтерские документы направляются по адресу подписчика Почтой России.

Независимо от даты заполнения бланка подписку можно оформить на полный комплект журналов (4 номера), уже вышедшие на момент оформления подписки номера есть в редакции и будут высланы подписчику комплектом.