

Краткосрочное прогнозирование уровней воды в Килийском рукаве Дуная

Борис Христюк

*Украинский гидрометеорологический институт Национальной академии наук Украины и Государственной службы Украины по чрезвычайным ситуациям,
Проспект Науки, 37,
Киев-28, Украина, 03028
Э-майл: khryst@mail.ru*

Прогнозирование уровня режима в Килийском рукаве р. Дунай необходимо для потребностей Украинских судоходных компаний, водоснабжения, ирригации, рыболовства, рекреации, защиты населения от опасных природных явлений (засух и затоплений близлежащих территорий во время прохождения высоких паводков).

Современный уровеньный режим Килийского рукава определяется естественными колебаниями водности р. Дунай и регуляционными свойствами пойменных территорий рукава, а также эпизодическими факторами – ледовыми и сгонно-нагонными явлениями. Для прогнозирования ежедневных уровней воды могут быть использованы как гидрологические модели, так и упрощенные зависимости, которые позволяют получать прогнозы с достаточной заблаговременностью и точностью. Для прогнозирования ежедневных уровней воды постов Измаил, Килия и Вилково Килийского рукава р. Дунай для периода свободного ото льда русла предложены эмпирические зависимости, в которых учитываются приращения уровней воды поста Рени на фоне среднего многолетнего ветрового режима взморья дельты Дуная.

Ключевые слова: краткосрочный прогноз, ежедневные уровни воды, прогностические зависимости, эффективность методики прогноза, дельта Дуная

ВВЕДЕНИЕ

Дунайская гидрометеорологическая обсерватория (ДГМО), расположенная в г. Измаил, Украина, выполняет долго-, средне- и краткосрочное прогнозирование уровня режима судоходной части р. Дунай, а также и Килийского рукава.

Согласно [1] к краткосрочным относятся гидрологические прогнозы заблаговременностью до двух суток. Краткосрочное прогнозирование выполняют как на основе упрощенных методов (графики связи уровней воды на створах, расположенных выше и ниже по течению), так и с использованием гидрологических моделей. Применение гидрологических моделей

напрямую зависит от особенностей района исследования, наличия, полноты, дискретности, качества и доступности гидрометеорологических и физико-географических данных. С одной стороны, эффективность модели возрастает с увеличением количества исходных данных, а с другой стороны, сбор этого массива информации влечет за собой временные и экономические затраты. В то же время, использование упрощенных методов прогнозирования в определенных случаях позволяет получать прогнозы с достаточной заблаговременностью и точностью [1].

Впервые зависимости для краткосрочного прогнозирования среднесуточных уровней воды постов дельты Дуная, основанные на методе соответствующих

расходов и уровней воды, были опубликованы в монографии [2]. В работе [3], по данным за период 1999–2000 гг. были установлены уравнения связей „штилевых“ уровней воды для 10 постов, расположенных в дельте Дуная, с уровнем воды поста Рени. Эти зависимости были получены по ограниченному массиву данных для свободного ото льда русла и при скорости ветра на взморье Дуная менее 3 м/с. Применение данных уравнений для прогнозирования ежедневных уровней воды постов Килийского рукава требует внесения поправок, вызванных ледовыми и сгонно-нагонными явлениями.

ДАнные И РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЯ

Возле мыса Измаильский Чатал русло Дуная делится на два главных рукава: Килийский и Тульчинский (рис. 1). Тульчинский рукав имеет длину 17 км и делится на Сулинский и Георгиевский рукава. В отличие от Сулинского рукава, который является международным судоходным путем, Килийский рукав имеет только местное значение. По Килийскому рукаву проходит граница между Украиной и Румынией.

Систематические наблюдения за уровнями воды в Килийском рукаве начались в 1921 г. на постах Измаил, Килия и Вилково. По состоянию на 2014 г., сеть стационарных пунктов гидрометрических наблюдений Килийского рукава состоит из шести речных, пяти озерных и двух морских постов.

Обобщение данных гидрометрических наблюдений за многолетний период указывает на то, что уровеньный режим Килийского рукава зависит от сезонных

колебаний водности р. Дунай, которые трансформируются под воздействием регуляционного потенциала пойменных территорий рукава; от ледовых и сгонно-нагонных явлений, боковой приточности, гидротехнических мероприятий и естественных колебаний уровня Черного моря.

Периоды формирования паводков в отдельных частях водосбора р. Дунай не совпадают во времени, что и обуславливает непрерывные колебания уровней воды в течение года и приводит к образованию гидрографов разнообразной формы. После анализа данных наблюдений поста Рени за период 1921–2010 гг. было выявлено 29 классов гидрографов, похожих по форме [4].

На построенном нами осредненном гидрографе могут быть выделены периоды весенне-летнего половодья (III–VII), низкой осенней межени (VIII–X) и высокой зимней межени (XI–II). Средние максимальные и средние минимальные уровни воды за месяц повторяют ход средних за месяц уровней воды (рис. 2).

Паводковые волны, которые формируются на р. Дунай, постепенно расплываются (трансформируются), продвигаясь вниз по течению. В дельте Дуная происходит заполнение паводковыми водами пойменных озер, болот и понижений рельефа. Растекание воды по дельте приводит к быстрому снижению высоты паводковых волн. На приморских участках дельты паводковые волны почти незаметны [2].

В условиях сравнительно мягкой зимы юга Украины характерными чертами ледового режима Килийского рукава является неустойчивость ледовых явлений во времени, отсутствие ледостава в преобладающем числе зим (до 81 % зим) и отсутствие в отдельные годы



Рис. 1. Дельта Дуная

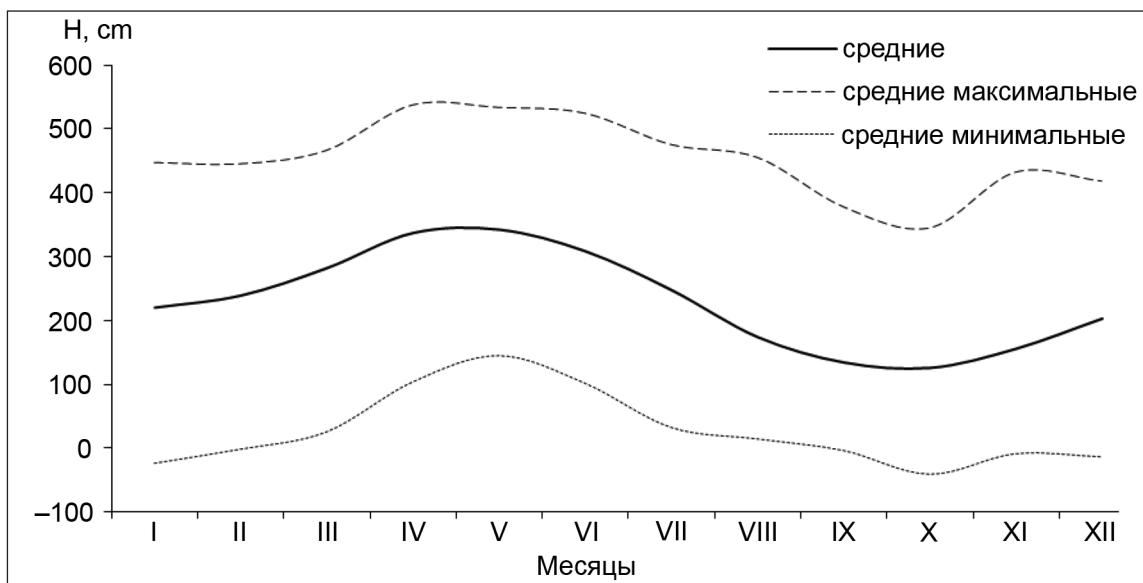


Рис. 2. Характерные уровни воды за месяц на гидрологическом посту р. Дунай – п. Рени, 1921–2010 гг.

ледовых явлений вообще (до 35 % зим). Средние даты появления ледовых явлений в Килийском рукаве – 10–13 января, а очищения ото льда – 10–15 февраля [5].

Во время ледохода в Килийском рукаве часто возникают заторы льда, которые вызывают катастрофические подъемы уровней воды. Заторы образуются на крутых поворотах и сужениях русла, на перекатах и баровых участках. Вдоль Килийского рукава насчитывается более 10 мест, в которых обычно возникают заторы льда. Образованию заторов способствует резкое похолодание в осенне-зимний период в начале ледообразования при высокой водности р. Дунай, значительная толщина льда перед вскрытием ледового покрова, сильные ветры восточных румбов при наличии плавучего льда на взморье.

Согласно данным наблюдений за период 1951–2002 гг. сгонно-нагонные колебания уровня воды в Килийском рукаве имеют место преимущественно в холодное время года (октябрь–март) при сильных ветрах (больше 10 м/с) во время вторжения циклонов в устьевую часть Дуная. Сгоны вызываются ветрами западных румбов, а нагоны – восточных. Количество нагонов в течение года превышает количество сгонов. Высота сгонов (нагонов) вдоль Килийского рукава зависит от расходов воды в верховье дельты и от высоты сгона (нагона) на взморье, а высота сгонов (нагонов) на взморье – от скорости ветра и его направления. Максимальный нагон на взморье наблюдался в феврале 1979 г. (114 см), а максимальный сгон – в январе 1968 г. (68 см). Дальность распространения нагонов вдоль Килийского рукава по р. Дунай может достигать 400 км от взморья, а сгонов – 300 км [3].

Активное освоение поймы Килийского рукава началось в середине прошлого столетия. От г. Рени до

г. Вилково была построена противопаводковая дамба. На север от Килийского рукава расположены несколько озер, которые являются продолжением долин рек, некогда впадающих в эстуарий древнего Дуная. Эти реки в современный период маловодные, а летом – пересыхают. В 1960–65 гг. были сооружены каналы и шлюзы для регулирования соединения озер с Килийским рукавом. Озера используются в качестве водохранилищ для питьевого водоснабжения, орошения и разведения рыбы. Значительные участки поймы и многочисленные острова Килийского рукава были обвалованы, осушены и используются для выращивания сельскохозяйственной продукции. В 1991 г. завершилось обвалование русла р. Дунай на придельтовом участке, а также Килийского и Тульчинского рукавов. Ввиду значительного транспорта наносов водным потоком р. Дунай и образования перекатов, в рукавах дельты периодически выполняются дноуглубительные работы для улучшения условий судоходства.

В середине XIX века по Килийскому рукаву проходило 63 % водного стока Дуная, а по Тульчинскому – 37 %. В 1868–1902 гг. был построен Сулинский судоходный канал, в 1904 г. была сооружена каменная дамба, которая перекрывает третью часть Килийского рукава и перенаправляет часть водного потока в Тульчинский рукав, а в 1981–1992 гг. были выполнены работы по спрямлению Георгиевского рукава. Следствием всех этих гидротехнических работ стало перераспределение водного стока в пользу Тульчинского рукава. По состоянию на 2011 г. доля Килийского рукава составляет менее 50 % водного стока р. Дунай [3].

По данным наблюдений, которые начались еще в 1875 г. (г. Одесса, г. Севастополь), происходят постоянные колебания уровня Черного моря за счет изме-

нений составляющих его водного баланса. Эти колебания имеют тренд, который указывает на рост уровня моря из-за превышения пресноводного притока (сток рек и атмосферные осадки на поверхность моря) над испарением. Поднятие уровня Черного моря в прошлом веке оценивают в среднем 2,5–3,0 мм/год. Таким образом, происходит постоянное распространение подпора Черного моря в дельту Дуная.

При прогнозировании современного уровня режима в Килийском рукаве можно не учитывать влияние гидротехнических мероприятий, которые были выполнены в дельте Дуная в позапрошлом и прошлом веке, а также колебаний уровня Черного моря, если для разработки прогностических зависимостей использовать данные наблюдений за уровнями воды конца прошлого-начала нынешнего столетия. Таким образом, постоянно действующими факторами, определяющими современный уровеньный режим Килийского рукава, являются колебания водности р. Дунай и регуляционные свойства пойменных территорий рукава, а эпизодическими факторами – ледовые и сгонно-нагонные явления.

МЕТОДОЛОГИЯ

Прогнозы ежедневных уровней воды Килийского рукава составляются ДГМО для постов Измаил, Килия и Вилково. В процессе прогнозирования используются уравнения связей „штилевых“ уровней воды постов Килийского рукава с уровнем воды поста Рени, установленные по данным за период 1999–2000 гг. (табл. 1). При выборе „штилевых“ дней не учитывались дни с ледовыми явлениями, дни со скоростью ветра на взморье более 3 м/с, а также дни, которые следовали непосредственно за периодами с сильными ветрами. Уравнения связей применяются в тех случаях, когда уровни воды поста Рени на дату выпуска прогноза (H_p^t) находятся в диапазоне 100–550 см над „0“ графика. Заблаговременность прогноза (τ) для постов Измаил и Килия составляет одни сутки, а для поста Вилково – двое суток. Прогностические зависимости являются линейными и однозначными как на ветви подъема, так и на ветви спада паводков. Угловые коэффициенты зависимостей уменьшаются по мере приближения к морю, что отражает распластывание водного потока вдоль Килийского рукава. Угловые

коэффициенты в уравнениях табл. 1 определены для тех случаев, когда на взморье наблюдаются условия, близкие к штилю (скорость ветра не превышает 3 м/с), что бывает достаточно редко. Следует отметить, что для взморья Дуная характерны слабые и умеренные ветры со скоростью 5–10 м/с. При этом среднее число дней в году с сильным ветром (≥ 10 м/с) составляет 87 дней, а со штормовым ветром (≥ 15 м/с) – 81 день [3].

В результаты прогнозирования по зависимостям табл. 1 требуется вносить поправки на сгонно-нагонные колебания уровня, вызванные ветрами на взморье скоростью более 3 м/с и ледовыми явлениями.

Величины нагонов (сгонов) на посту Вилково, в зависимости от величины нагона (сгона) на взморье и от водности р. Дунай в вершине дельты за сутки до максимального нагона (сгона) на взморье, могут превышать 85 (60) см, а на посту Измаил – 40 (20) см [3]. Вносить поправки к прогнозным уровням воды, вызванные сгонно-нагонными явлениями, достаточно сложно, учитывая то, что начало и длительность сгонов (нагонов) заранее неизвестны, кроме того, сгоны (нагоны) вверх по Килийскому рукаву распространяются достаточно быстро. Так, на посту Измаил, который расположен в 93,6 км от моря, сгон (нагон) может проявиться так же, как и на постах Килия и Вилково, в тот же день, что и на взморье.

Проблематичным также является внесение поправок к прогнозным уровням, вызванные заторами льда, поскольку заранее неизвестно точное время и место образования затора, а также его мощность и период существования.

Ввиду неопределенностей, связанных с внесением поправок, которые учитывают сгонно-нагонные явления, для прогнозирования ежедневных уровней воды постов Измаил, Килия и Вилково Килийского рукава р. Дунай для периода свободного ото льда предлагается использовать зависимости:

$$H_i^{t+\tau} = H_i^t \pm \Delta h_i^{t+\tau}; \quad (1)$$

где: $H_i^{t+\tau}$ – прогнозный уровень воды i -го поста Килийского рукава с заблаговременностью τ ; i – пост: Измаил, Килия, Вилково; H_i^t – уровень воды i -го поста Килийского рукава на дату выпуска прогноза; $\Delta h_i^{t+\tau}$ – прогнозное приращение уровня воды i -го поста Килийского рукава на дату $t+\tau$, которое определяется:

Таблица 1. Зависимости для прогнозирования ежедневных уровней воды постов Килийского рукава во время „штилей“ [3]

| Пост | Расстояние от устья, км | Прогностические зависимости |
|---------|-------------------------|--------------------------------|
| Рени | 163,3 | – |
| Измаил | 93,6 | $H_p^{t+1} = 0,659 H_p^t + 14$ |
| Килия | 47,0 | $H_k^{t+1} = 0,391 H_p^t + 7$ |
| Вилково | 18,0 | $H_b^{t+2} = 0,187 H_p^t + 55$ |

Таблица 2. Зависимости для прогнозирования приращений уровней воды постов Килийского рукава (по уравнению (2))

| Пост | Расчетные периоды: | | |
|---------|---|---|---|
| | 1981–92 гг. | 1993–2010 гг. | 1980–2010 гг. |
| Измаил | $\Delta h_{И}^{t+1} = 0,537 \cdot \Delta h_p^t + 0,012$ | $\Delta h_{И}^{t+1} = 0,540 \cdot \Delta h_p^t + 0,027$ | $\Delta h_{И}^{t+1} = 0,540 \cdot \Delta h_p^t + 0,021$ |
| Килия | $\Delta h_{К}^{t+1} = 0,281 \cdot \Delta h_p^t + 0,010$ | $\Delta h_{К}^{t+1} = 0,289 \cdot \Delta h_p^t + 0,013$ | $\Delta h_{К}^{t+1} = 0,286 \cdot \Delta h_p^t + 0,013$ |
| Вилково | $\Delta h_{В}^{t+2} = 0,077 \cdot \Delta h_p^t - 0,014$ | $\Delta h_{В}^{t+2} = 0,095 \cdot \Delta h_p^t - 0,031$ | $\Delta h_{В}^{t+2} = 0,087 \cdot \Delta h_p^t - 0,022$ |

$$\Delta h_i^{t+\tau} = a\Delta h_p^t + b; \quad (2)$$

где: a – угловой коэффициент; b – постоянный параметр; Δh_p^t – приращение уровня воды поста Рени на дату выпуска прогноза, которое вычисляется как:

$$\Delta h_p^t = H_p^t - H_p^{t-1}; \quad (3)$$

где: H_p^t, H_p^{t-1} – уровни воды поста Рени на дату выпуска прогноза и на предыдущую дату.

Оценка качества прогностических зависимостей выполнена согласно [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Зависимости для прогнозирования ежедневных уровней воды постов Килийского рукава были установлены по уравнениям (1–3) на основании данных наблюдений постов Рени, Измаил, Килия и Вилково за период 1980–2010 гг. (табл. 3). Из ряда наблюдений были исключены дни с ледовыми явлениями.

Проверка на однородность ряда наблюдений за уровнями воды постов Килийского рукава была выполнена путем построения зависимостей (2) отдельно для периодов 1981–92, 1993–2010 и 1980–

Таблица 3. Зависимости для прогнозирования ежедневных уровней воды постов Килийского рукава (по уравнению (1))

| Пост | Прогностические зависимости |
|---------|--|
| Измаил | $H_{И}^{t+1} = H_{И}^t + 0,54 \cdot \Delta h_p^t + 0,03$ |
| Килия | $H_{К}^{t+1} = H_{К}^t + 0,29 \cdot \Delta h_p^t + 0,01$ |
| Вилково | $H_{В}^{t+2} = H_{В}^t + 0,10 \cdot \Delta h_p^t - 0,03$ |

2010 гг. (табл. 2). Существенных различий в параметрах зависимостей не выявлено. Следовательно, гидротехнические работы, выполненные в дельте Дуная в 80–90-е годы прошлого века, не привели к значительному нарушению уровенного режима Килийского рукава. Тем не менее, учитывая то, что после 1992 г. масштабные гидротехнические работы в дельте Дуная не выполнялись, для дальнейшего использования приняты зависимости, полученные на основании расчетного периода 1993–2010 гг. (табл. 2 и 3).

Угловые коэффициенты в уравнениях табл. 3 так же, как и в уравнениях табл. 1 уменьшаются по мере приближения к морю, что отражает расплывание водного потока вдоль Килийского рукава.

Угловые коэффициенты в уравнениях табл. 3 определены независимо от скорости и направления ветра на взморье Дуная. В качестве примера на рис. 3 представлена зависимость для определения прогноз-

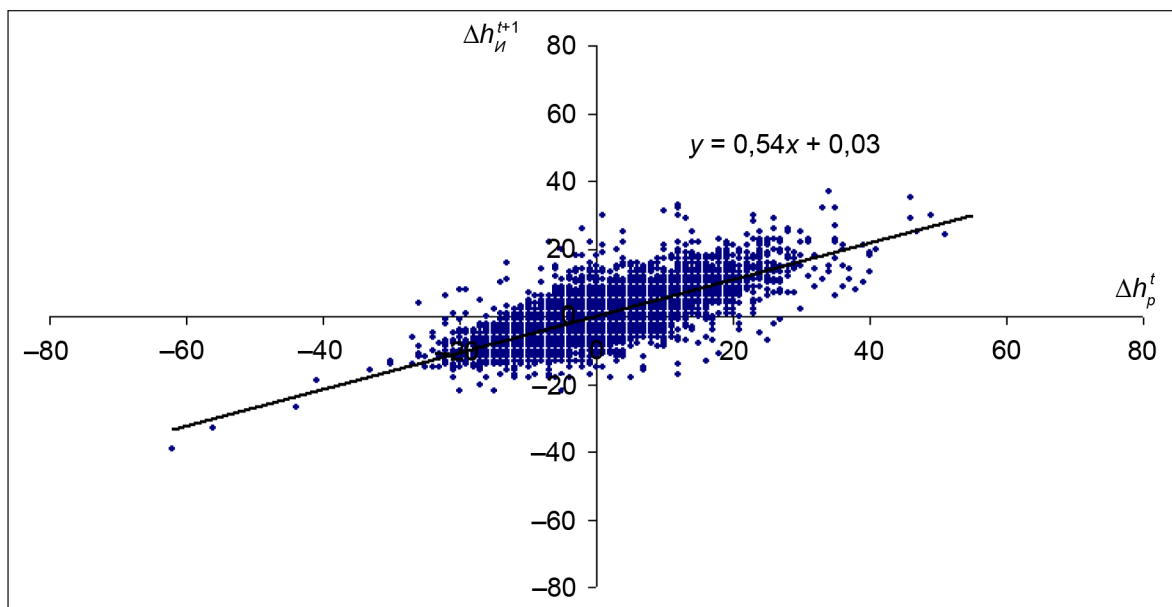


Рис. 3. Зависимость для определения прогнозного приращения уровня воды поста Измаил ($\Delta h_{И}^{t+1}$) от приращения уровня воды поста Рени (Δh_p^t), 1993–2010

Таблица 4. Оценка качества прогностических зависимостей по данным 2010–13 гг.

| Пост | $(\delta_{\text{доп}})$, см | Прогностические зависимости: | | | |
|---------|------------------------------|-----------------------------------|---------|-----------------------------------|---------|
| | | табл. 1 | | табл. 3 | |
| | | $\bar{S} / \bar{\sigma}_{\Delta}$ | p , % | $\bar{S} / \bar{\sigma}_{\Delta}$ | p , % |
| Измаил | 4 | 1,05 | 56 | 0,65 | 88 |
| Килия | 3 | 1,60 | 37 | 1,00 | 71 |
| Вилково | 5 | 1,26 | 43 | 1,14 | 66 |

ного приращения уровня воды поста Измаил от приращения уровня воды поста Рени. Разброс точек вокруг аппроксимирующей прямой обусловлен проявлением сгонно-нагонных явлений, а уравнение этой прямой отвечает ветровым условиям, близким к средним за многолетний период.

Проверка качества прогностических зависимостей, приведенных в табл. 1 и табл. 3, выполнена по данным наблюдений постов Рени, Измаил, Килия и Вилково за период 2010–2013 гг., без учета ветровых условий на взморье Дуная. Для прогнозных пунктов Килийского рукава были установлены допустимые погрешности прогнозов $(\delta_{\text{доп}})$, см), критерии применимости методики $(\bar{S} / \bar{\sigma}_{\Delta})$ и обеспеченности допустимых погрешностей прогнозов $(p, \%)$ (табл. 4). При этом, согласно [6], к категории „хорошие“ относятся прогностические зависимости, для которых $\bar{S} / \bar{\sigma}_{\Delta} \leq 0,50$ и $p \geq 82 \%$, а к категории „удовлетворительные“ – для которых $\bar{S} / \bar{\sigma}_{\Delta} = 0,51–0,80$ и $p = 81–60 \%$.

Результаты проверки указывают на то, что зависимости для прогнозирования ежедневных уровней воды постов Килийского рукава во время „штилей“ (табл. 1) не относятся к категориям „хорошие“ или „удовлетворительные“, поскольку для всех постов отношения $\bar{S} / \bar{\sigma}_{\Delta} > 0,80$, а $p < 60 \%$. Показатели качества данных зависимостей могут быть улучшены путем внесения поправок к прогнозным уровням, вызванных сгонно-нагонными явлениями, однако для этого требуется наличие надежных краткосрочных прогнозов ветрового режима на взморье Дуная.

Зависимости, приведенные в табл. 3, имеют более приемлемые показатели качества, по сравнению с зависимостями табл. 1. Так, прогностическая зависимость для поста Измаил по значению $\bar{S} / \bar{\sigma}_{\Delta}$ относится к категории „удовлетворительная“, а по значению $p, \%$ – „хорошая“. Прогностические зависимости для постов Килия и Вилково относятся к категории „удовлетворительные“ по обеспеченности допустимых погрешностей прогнозов $(p, \%)$. Зависимости табл. 3 предложено использовать в оперативной работе ДГМО для прогнозирования ежедневных уровней воды постов Килийского рукава.

ВЫВОДЫ

Прогнозирование уровня режима Килийского рукава требует учета естественных колебаний водности р. Дунай, трансформированных под воздействием регуляционных свойств пойменных территорий рукава, а также ледовых и сгонно-нагонных явлений.

Прогностические зависимости табл. 1, установленные по данным наблюдений за период 1999–2000 гг., пригодны для использования в периоды свободного ото льда русла и при условно безветренной погоде на взморье Дуная (скорость ветра ≤ 3 м/с). В то же время, условно безветренная погода на взморье Дуная наблюдается относительно редко, поэтому к прогнозным уровням, определенным по зависимостям табл. 1 требуется вносить поправки, вызванные ветровым сгоном или нагоном. Внесение указанных поправок усложнено отсутствием точного прогноза направления, скорости и длительности ветровых воздействий на взморье Дуная.

В связи с неопределенностями, связанными с внесением поправок, которые учитывают сгонно-нагонные явления, для прогнозирования ежедневных уровней воды постов Измаил, Килия и Вилково в периоды свободного ото льда Килийского рукава, предлагается использовать зависимости, которые учитывают приращения уровней воды поста Рени на фоне среднего многолетнего ветрового режима взморья Дуная (табл. 3). Эти зависимости установлены по данным наблюдений за период 1993–2010 гг., учитывая отсутствие значимых гидротехнических работ в дельте Дуная после 1992 г. Предложенные зависимости по критериям качества превосходят зависимости, разработанные для условно безветренной погоды на взморье Дуная, и предложены к использованию в оперативной работе ДГМО.

Получено 25 02 2014

Принято 21 03 2014

Литература

1. *Guide to Hydrological Practices. Management of Water Resources and Application of Hydrological Practices.* Sixth edition. WMO-No. 168. Vol. II. 2009. P. II.7-1–II.7-31.

2. *Гидрология устьевого области Дуная* / под ред. Я. Д. Никифорова и К. Дьякону. Москва: Гидрометеиздат, 1963. 383 с.
3. *Гидрология дельты Дуная*. Москва: ГЕОС, 2004. 448 с.
4. Христюк Б. Ф. Методика классификации гидрографов рек по критериям аналогичности. *Гидрология, гидрохимия и гидроэкология*, 2013. Т. 3(30). С. 15–20 (на украинском).
5. Gorbachova L., Khrystyuk B. The dynamics and probabilistic characteristics of the ice phenomena of the Danube River and its Kiliysky channel. *Conference Proceedings "Water Resource and Wetlands", 14–16 September 2012, Tulcea, Romania*. P. 319–324.
6. *Наставление по оперативной гидрологии. Прогнозы режима вод суши. Гидрологическое обеспечение и облуживание*. Киев: ПП „Верлан“, 2012. 120 с. (на украинском).
7. *Руководство по гидрологическим прогнозам*. Вып. 2. Краткосрочный прогноз расхода и уровня воды на реках. Ленинград: Гидрометеиздат, 1989. 246 с.

Boris Christiuk

TRUMPALAIKĖ VANDENS LYGIŲ PROGNOZĖ DANUBĖS UPĖS KILIJOS KANALE

Santrauka

Vandens lygio režimo prognozė Danubės upės Kilijos kanale reikalinga Ukrainos laivų kompanijų reikmėms, melioracijai, žuvininkystei, rekreacijai, vandens tiekėjams, gyventojams (saugantis nuo pavojingų reiškinių – aplinkinių teritorijų sausrų ir potvynių).

Danubės upės natūralūs nuotėkio svyravimai, šalpos reguliavimo savybės, taip pat ir tokie epizodiniai veiksniai kaip ledo reiškiniai bei vėjo sukeltos patrankos bei nuoslūgiai formuoja dabartinį Kilijos kanalo vandens lygio režimą. Hidrologiniai modeliai ir supaprastintos empirinės priklausomybės naudojamos kasdieniams vandens lygiams prognozuoti. Izmailo, Kilijos ir Vilkovo postų vandens lygių prognozė, kai nėra ledo reiškinių, atlikta pagal empirines priklausomybes, įvertinančias vandens lygių kaitą Reni poste bei ilgalaikius vidutinio vėjo režimo pokyčius Danubės upės pakrantėje.

Raktažodžiai: trumpalaikė prognozė, kasdieniai vandens lygiai, empirinės priklausomybės, prognozavimo metodikų efektyvumas, Danubės upės delta

Borys Khrystyuk

THE SHORT-TERM FORECAST OF THE WATER LEVELS IN THE KILIYA CHANNEL OF THE DANUBE RIVER

Summary

The forecasting of the level regime in the Kiliya channel of the Danube River is necessary for the needs of the Ukrainian shipping companies, water supply, irrigation, fisheries, recreation, protection of the population against the natural hazards (droughts and flooding of the surrounding areas during the high floods).

The natural fluctuations of runoff of the Danube River, the regulatory properties of floodplain as well as such episodic factors as the ice phenomena, lowering and raising water level by the effect of wind are forming the present regime of water level of the Kiliya channel. The hydrological models and the simplified dependencies can therefore be used for the forecasting of daily water levels. Such approaches allow producing the forecasts with sufficient earliness and accuracy.

The empirical relationships which were created on the basis of increments of water levels and the long-term average wind regime on the seashore of the Danube River Delta are proposed for the forecasting of daily water levels of Izmayil, Kiliya and Vylkove water-gauges of the Kiliya channel of the Danube River for the ice-free period of the channel.

Key words: short-term forecast, daily water levels, forecasting dependencies, efficiency of techniques of the forecast, Danube River Delta