

УДК 556.5

DOI: 10.31774/2222-1816-2018-4-201-213

Г. А. Сенчуков, Т. С. Пономаренко, А. В. Бреева

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МАКСИМАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ ВОДЫ С ЗАДАННОЙ ВЕРОЯТНОСТЬЮ ПРЕВЫШЕНИЯ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ Р. ДОН

Целью исследований являлось прогнозирование максимальных уровней воды, их количественных значений и границ затопления поймы нижнего Дона в условиях прохождения половодья при наполнении Цимлянского водохранилища до нормального подпорного уровня. В статье представлен алгоритм расчета (прогноза) максимальных уровней воды в нижнем течении р. Дон в условиях прохождения половодья при наполнении Цимлянского водохранилища до нормального подпорного уровня. Данный алгоритм заключается в переносе естественного стока, наблюдаемого на гидропосте (г/п) Казанская, с учетом притоков в нижнее течение р. Дон для последующего определения максимальных уровней воды через превышения таковых над нулем графика. Разработанный алгоритм прогнозирования ежегодных максимальных уровней воды позволяет проводить сценарные исследования (прогнозные расчеты), а именно задавать (обосновывать) различные значения максимальных ежегодных расходов воды р. Дон в створе г/п Казанская и рассчитывать ежегодные уровни воды р. Дон ниже Цимлянского водохранилища как для каждого гидропоста, так и между ними. В результате расчета для г/п Николаевская и Раздорская определены коэффициенты вариации и асимметрии неискаженного стока по данным г/п Казанская. Также для всех гидропостов установлены зависимости максимальных расходов воды от превышения максимальных уровней воды над нулем графика и представлены соответствующие уравнения. Установлены значения модульных коэффициентов для расчета максимальных уровней воды на заданную вероятность превышения. Приведены значения максимальных уровней воды при характерных вероятностях превышения в разрезе гидропостов. Показано прогнозное положение максимальных уровней воды.

Ключевые слова: гидрологические наблюдения, максимальный уровень, максимальный расход, гидропост, Гидрометцентр.

G. A. Senchukov, T. S. Ponomarenko, A. V. Breeva

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

FORECASTING MAXIMUM WATER LEVELS WITH PREDETERMINED EXCEEDANCE PROBABILITY IN THE LOWER COURSE OF THE DON RIVER

The aim of the research was to predict the maximum water levels, their quantitative values and flooding limits of the lower Don floodplain under the conditions of high water during the Tsimlyansk reservoir filling to a normal headwater level. The calculation (predictive) algorithm of maximum water levels in the lower course of the river Don under the conditions of high water during the Tsimlyansk storage reservoir to a normal headwater level is present-

ed in the article. This algorithm consists in the transfer of natural flow observed at Kazanskaya gauging station taking into account the tributaries in the lower course of the river Don for further determination of maximum water levels through their exceedance above the level of zero. The developed algorithm for forecasting the annual maximum water levels makes it possible to carry out scenario studies (prediction calculations), namely, to set (justify) different values of annual maximum water discharge in the river Don in the cross section of Kazanskaya gauging station and calculate the annual water levels of the river Don downstream the Tsimlyansk reservoir both for each gauging station and between them. As a result of calculation for Nikolaevskaya and Razdorskaya gauging stations, the coefficients of variation and asymmetry of undistorted runoff were determined from the data of Kazanskaya gauging station. Also, the dependence of maximum water flow on the maximum water levels exceedance over zero of gauge for all gauging stations is determined and the corresponding equations are presented. The values of modular coefficients for calculating the maximum water levels for a given exceedance probability are determined. The values of maximum water levels with characteristic exceedance probabilities in gauging stations section are given. The prediction position for maximum water levels is shown.

Key words: hydrological observations, maximum level, maximum flow, gauging station, the Hydrometeorological Centre of Russia.

Введение. Река Дон протекает по европейской части России, ее длина – 1870 км, площадь бассейна 421,7 тыс. км², из них 368,6 тыс. км² находятся в пределах России, 53,1 тыс. км² – в пределах Украины (часть бассейна р. Северский Донец). По площади бассейна р. Дон занимает 8-е место среди рек России.

Исток Дона расположен в северной части Среднерусской возвышенности, на высоте около 180 м над уровнем моря. Место впадения – Таганрогский залив Азовского моря в 45 км ниже г. Ростова-на-Дону [1].

Сток р. Дон зарегулирован (в 1952 г.) Цимлянским водохранилищем. В бассейне Дона находится 43 водохранилища комплексного назначения с полным объемом более 10 млн м³, в основном сезонного регулирования стока.

Водный режим Дона также типичен для рек степной и лесостепной зон. Высока доля снегового питания (до 70 %) при сравнительно слабом грунтовым и дождевом питании. Дон отличается высоким весенним половодьем и низкой меженью в остальное время года. С окончания весеннего половодья и до начала нового весеннего подъема уровень и расход воды постепенно падают. Осенний паводок слабо выражен, летние паводки крайне редки [2].

Амплитуда колебания уровня воды в реке значительна на всем протяжении и достигает 8–13 м. Дон широко разливается по пойме, особенно в нижнем течении. Половодье часто происходит в виде двух волн. Первая возникает за счет поступления в русло талых вод из нижней части бассейна (по-местному – холодная вода, или казачья), а вторая образуется водами, поступающими с верхнего Дона (теплая вода). Иногда, при запаздывании снеготаяния в нижней части бассейна, обе волны сливаются и половодье становится более высоким, но менее продолжительным [3].

Материалы и методы. На сегодняшний день Гидрометцентр располагает данными наблюдений за ежегодными максимальными уровнями воды в нижнем течении р. Дон в створе гидропостов: нижний бьеф (НБ) Цимлянского водохранилища, ст. Николаевская, г. Константиновск, ст. Раздорская, ст. Мелиховская, ст. Багаевская, ст. Старочеркасская, г. Аксай, г. Ростов-на-Дону, Таганрогский залив, а также за ежегодными максимальными расходами воды в створе г/п ст. Николаевская и ст. Раздорская (рисунок 1).

Эти данные характеризуют гидрологический режим нижнего Дона с учетом условий работы гидроузла и регулирующего влияния Цимлянского водохранилища, в котором за 50 лет (с 1960 по 2010 г.) в различные годы уровень воды изменялся в пределах максимального уровня воды и уровня мертвого объема.

Сравнительный анализ максимальных расходов воды р. Дон в створах гидропостов свидетельствует о превышении ежегодных максимальных уровней воды при различной обеспеченности в створе г/п Казанская, расположенного в среднем течении (вне зоны влияния Цимлянского водохранилища), над одноименными в створе г/п Николаевская на 20–30 % [2, 4].

Отсюда представляет определенный научный и практический интерес разработка алгоритма прогнозирования максимальных уровней воды, их количественных значений, границ затопления поймы нижнего Дона в условиях прохождения половодья при наполнении Цимлянского водохранилища до нормального подпорного уровня [5–7].



Рисунок 1 – Схема расположения гидропостов в нижнем течении р. Дон

Для этого были использованы следующие данные:

- многолетний ряд наблюдений ежегодных максимальных расходов воды Q_i , м³/с (за 50-летний период на г/п Казанская и Раздорская и 27 лет на г/п Николаевская);

- многолетний ряд наблюдений ежегодных максимальных уровней воды Z_i , м БС (для всех гидропостов за 50-летний период).

Статистическая обработка результатов гидрологических наблюдений (с момента ввода в эксплуатацию Цимлянского водохранилища до настоящего времени) не позволяет выполнить прогноз возможного затопления территории нижнего Дона при условии прохождения половодья (паводка) в период полного объема водохранилища [8–12].

Результаты и обсуждение.

1 Г/п Казанская.

1.1 Имея многолетний ряд наблюдений ежегодных максимальных расходов воды Q_i , м³/с, определили среднемноголетнее значение максимального расхода $Q_0 = 1833,88$ м³/с, коэффициент вариации $C_v = 0,74$, коэффициент асимметрии $C_s = 1,88$ и далее максимальный расход на заданную вероятность превышения $Q_{P\%}$, м³/с, при $P = 1; 3; 5; 10; 25; 50$ %: соответственно 6616; 5197; 4522; 3603; 2374; 1442 м³/с.

1.2 Для многолетнего ряда ежегодных максимальных уровней воды Z_i установлены осредненные статистические параметры среднемноголетнего значения максимального уровня воды $Z_0 = 63,14$ м БС, $C_v = 0,03$, $C_s = 0,11$ и максимальные уровни воды на заданную вероятность превышения $Z_{P\%}$, м БС, при $P = 1; 3; 5; 10; 25; 50$ %: соответственно 67,74; 66,78; 66,30; 65,58; 64,39; 63,10 м БС.

1.3 Многолетний ряд наблюдений ежегодных максимальных уровней воды Z_i , м БС, представлен рядом переменных ΔZ_i , где $\Delta Z_i = Z_i - Z_{г/п}$, где $Z_{г/п}$ – отметка «нуля» гидропоста, м БС.

1.4 Установлена зависимость $Q_i = f(\Delta Z_i)$:

$$Q = 16,904\Delta Z^3 - 144,84\Delta Z^2 + 625,3\Delta Z - 282,16.$$

1.5 Для многолетнего ряда ежегодных значений ΔZ_i установлены осредненные статистические параметры $\Delta Z_0 = 5,16$ м БС, $C_v = 0,37$, $C_s = 0,11$ и далее $\Delta Z_{P\%}$ при $P = 1; 3; 5; 10; 25; 50$ %: соответственно 9,73; 8,80; 8,32; 7,60; 6,41; 5,12 м.

1.6 По аналитической зависимости (графику) $Q_i = f(\Delta Z_i)$ установлен расход воды ($\text{м}^3/\text{с}$) при ΔZ_0 , т. е. $Q_{\Delta Z_0} = 1410 \text{ м}^3/\text{с}$.

2 По гидропостам: НБ Цимлянского вдхр., ст. Николаевская, г. Константиновск, ст. Раздорская, ст. Мелиховская, ст. Багаевская, ст. Старочеркасская, г. Аксай, г. Ростов-на-Дону и Таганрогский залив, используя многолетние ряды наблюдений ежегодных максимальных уровней воды, установили среднемноголетние значения Z_0 , м БС.

3 Г/п ст. Николаевская и Раздорская.

3.1 Многолетние ряды наблюдений ежегодных максимальных уровней представлены переменной ΔZ_i ($\Delta Z_i = Z_i - Z_{г/п}$).

3.2 Имея многолетние ряды наблюдений ежегодных максимальных расходов воды, установили зависимости $Q_i = f(\Delta Z_i)$.

Г/п Раздорская:

$$Q = 13,359\Delta Z^6 - 296,15\Delta Z^5 + 2628,1\Delta Z^4 - 1189,1\Delta Z^3 + 28834\Delta Z^2 - 35055\Delta Z + 17353 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (1)$$

Г/п Николаевская:

$$Q = 25,785\Delta Z^5 - 428,35\Delta Z^4 + 2679,8\Delta Z^3 - 7727,9\Delta Z^2 + 10313\Delta Z - 45327 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (2)$$

3.3 По зависимостям (1) и (2) при значении $Q_{\Delta Z_0} = 1410 \text{ м}^3/\text{с}$ (п. 1.6) для г/п ст. Николаевская и при значении $Q_{\Delta Z_0} + \Delta Q$ (где ΔQ – разность среднемноголетних значений максимальных расходов воды г/п ст. Никола-

евская и Раздорская: $1410 + (1526 - 1295) = 1641 \text{ м}^3/\text{с}$) установлены значения ΔZ_0 соответственно для каждого гидропоста. Для г/п ст. Николаевская $\Delta Z_0 = 4,20 \text{ м}$, для г/п ст. Раздорская $\Delta Z_0 = 3,83 \text{ м}$.

3.4 К полученным значениям ΔZ_0 прибавляем $Z_{г/п}$. Среднегодовое значение прогнозных максимальных уровней воды для г/п ст. Николаевская $Z_0 = 4,20 + 6,34 = 10,54 \text{ м БС}$; для г/п ст. Раздорская $Z_0 = 3,83 + 1,21 = 5,04 \text{ м БС}$.

3.5 Установлены величины превышения среднегодовых значений прогнозируемых максимальных уровней воды над среднегодовыми значениями максимальных уровней воды, рассчитанных по результатам наблюдений гидрометслужбы:

- для г/п Николаевская: $\Delta h = 10,54 - 10,06 = 0,48 \text{ м}$;
- для г/п Раздорская: $\Delta h = 5,04 - 4,4 = 0,64 \text{ м}$.

3.6 Установили прогнозные значения среднегодовых уровней воды по гидропостам, увеличивая рассчитанные значения на Δh (по г/п НБ Цимлянского вдхр., Николаевская и Константиновская $\Delta h = 0,48 \text{ м}$, по остальным $\Delta h = 0,64 \text{ м}$) (таблица 1).

Таблица 1 – Прогнозные значения среднегодовых уровней воды
В м БС

Наименование гидропоста	Среднегодовое значение (прогнозное)	
	Максимальный уровень воды	Превышение над «0» графика гидропоста
НБ Цимлянского вдхр.	14,3	6,76
Николаевская	10,55	4,21
Константиновск	8,06	3,65
Раздорская	5,08	3,87
Мелиховская	4,66	3,31
Багаевская	3,53	2,69
Старочеркасск	2,58	3,01
Аксай	2,44	3,27
Ростов-на-Дону	2,2	2,29
Дельта р. Дон	1,9	6,9

3.7 По результатам наблюдений за ежегодными максимальными уровнями воды путем статистического расчета установлены модульные

коэффициенты для перехода от среднестатистических величин к вероятностным значениям (таблица 2).

Таблица 2 – Значения модульных коэффициентов для расчета максимальных уровней воды при вероятности превышения P , %

Наименование гидропоста	Модульный коэффициент на заданную вероятность превышения P , %					
	1	3	5	10	25	50
НБ Цимлянского вдхр.	1,28	1,2	1,16	1,11	1,04	0,98
Николаевская	1,35	1,28	1,24	1,19	1,1	1
Константиновск	1,35	1,28	1,24	1,19	1,1	1
Раздорская	1,91	1,69	1,58	1,43	1,18	0,96
Мелиховская	1,91	1,69	1,58	1,43	1,18	0,96
Багаевская	1,91	1,69	1,58	1,43	1,18	0,96
Старочеркасск	2	1,71	1,58	1,4	1,02	0,93
Аксай	1,98	1,69	1,57	1,38	1	0,92
Ростов-на-Дону	2	1,84	1,7	1,5	1,09	1
Дельта р. Дон	2,11	1,8	1,65	1,45	1,16	0,92

3.8 Установлены прогнозные вероятностные значения максимальных уровней воды в нижнем течении р. Дон в разрезе гидропостов путем перемножения результатов, полученных в п. 3.6 и 3.7. Результаты графически отображены на рисунке 2 и приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Прогнозные значения максимальных уровней воды при вероятности превышения P , %

В м БС

Наименование гидропоста	Максимальный уровень воды при вероятности превышения P , %					
	1	3	5	10	25	50
НБ Цимлянского вдхр.	18,31	17,18	16,64	15,9	14,88	14,04
Николаевская	14,2	13,49	13,11	12,54	11,59	10,55
Константиновск	10,85	10,31	10,02	9,58	8,86	8,06
Раздорская	9,7	8,57	8,04	7,24	6,02	4,89
Мелиховская	8,9	7,86	7,37	6,64	5,52	4,49
Багаевская	6,74	5,96	5,58	5,03	4,18	3,4
Старочеркасск	5,16	4,42	4,08	3,6	2,62	2,39
Аксай	4,83	4,13	3,82	3,36	2,44	2,24
Ростов-на-Дону	4,4	4,05	3,75	3,31	2,4	2,2
Таганрогский залив	4,01	3,42	3,14	2,76	2,2	1,75

3.9 В таблице 4 приведены превышения прогнозных максимальных уровней воды над расчетными, установленными по результатам статистической обработки рядов наблюдений.

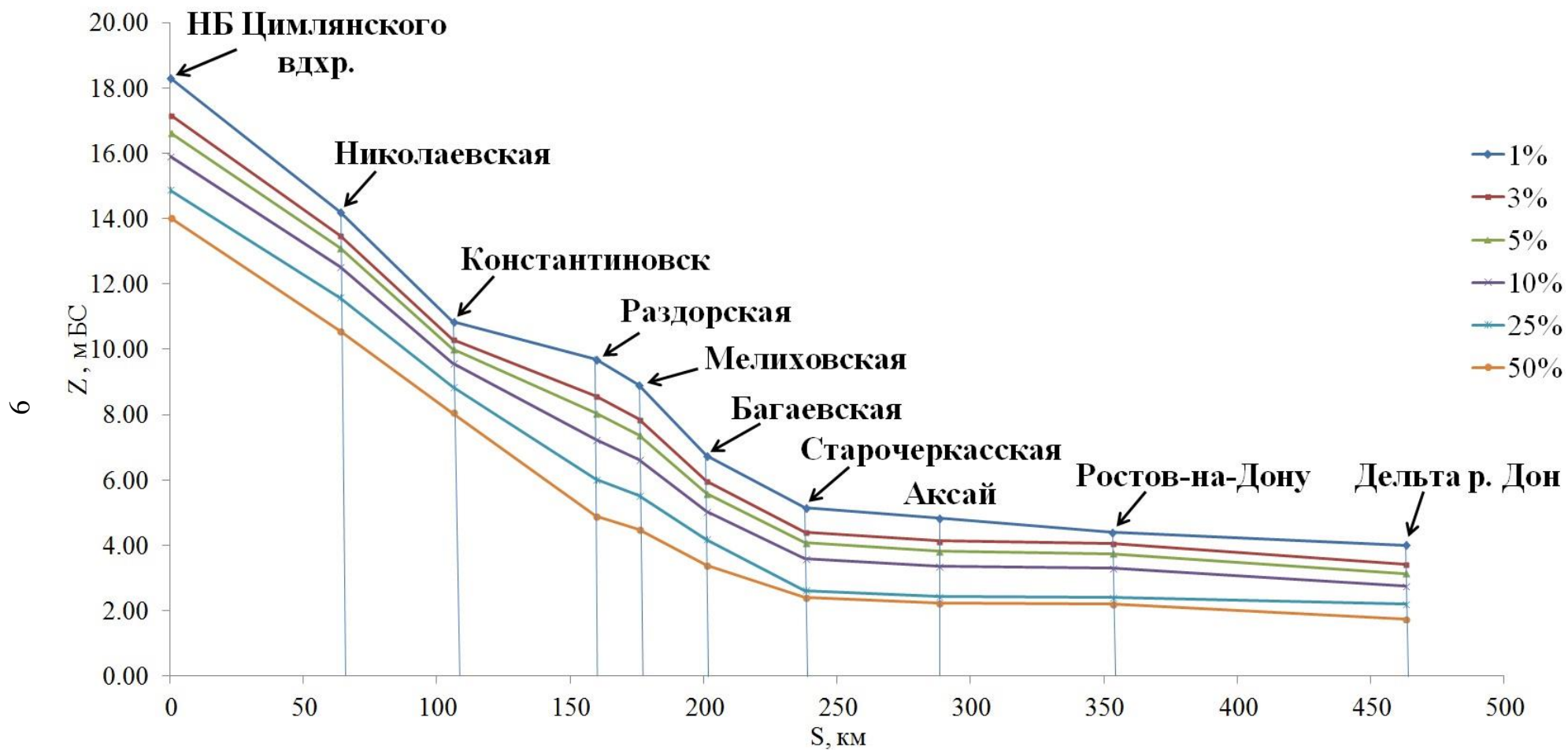


Рисунок 2 – Прогнозное положение максимальных уровней воды нижнего Дона при различных вероятностях превышения P , %

Таблица 4 – Превышения прогнозных максимальных уровней воды над расчетными при вероятности превышения P , %

В м

Наименование гидропоста	Превышение прогнозного максимального уровня воды над расчетным P , %					
	1	3	5	10	25	50
НБ Цимлянского вдхр.	0,61	0,58	0,56	0,53	0,5	0,47
Николаевская	0,65	0,61	0,6	0,57	0,53	0,48
Константиновск	0,65	0,61	0,6	0,57	0,53	0,48
Раздорская	1,22	1,08	1,01	0,91	0,76	0,62
Мелиховская	1,22	1,08	1,01	0,91	0,76	0,62
Багаевская	1,22	1,08	1,01	0,91	0,76	0,62
Старочеркасск	1,28	1,1	1,01	0,89	0,65	0,59
Аксай	1,27	1,08	1	0,88	0,64	0,59
Ростов-на-Дону	1,28	1,38	1,28	1,13	0,82	0,75
Таганрогский залив	1,35	1,15	1,06	0,93	0,74	0,59

Алгоритм прогнозирования ежегодных максимальных уровней воды позволяет проводить сценарные исследования (прогнозные расчеты), а именно задавать (обосновывать) различные значения максимальных ежегодных расходов воды р. Дон в створе г/п Казанская и рассчитывать ежегодные уровни воды р. Дон ниже Цимлянского водохранилища как для каждого гидропоста, так и между ними. Результаты расчетов, приведенные в настоящей статье, сравнивались с результатами наблюдений за ежегодными максимальными уровнями воды р. Дон, выполненными гидрометеорологической службой. Отметим высокую сходимость закономерности в изменении прогнозных и наблюдаемых уровней воды.

Выводы

1 Разработка алгоритма прогнозирования максимальных уровней воды при прохождении половодья в нижнем течении р. Дон основана на методе гидрологической аналогии, на взаимосвязи соответственных уровней и расходов воды в реке между гидропостами.

2 Представлены прогнозные отметки максимальных уровней воды половодья на участке нижнего течения р. Дон в створе существующих гидропостов и на всем протяжении от нижнего бьефа гидроузла Цимлян-

ского водохранилища до дельты реки с вероятностью превышения 1; 3; 5; 10; 25 и 50 %.

3 Рассмотренный вариант прохождения паводка разной повторяемости в условиях, когда Цимлянское водохранилище наполнено до нормального подпорного уровня (полный объем), имеет невысокую вероятность, однако решение задачи при этих условиях позволяет осуществлять перспективное и оперативное планирование содержательности решений при чрезвычайных ситуациях.

4 Постановка задачи и ее решение не являются бесспорными, в определенной степени носят дискуссионный характер, поэтому авторы будут признательны читателю за высказанные замечания и предложения.

Список использованных источников

1 Водные ресурсы России и их использование / под ред. И. А. Шикломанова. – СПб.: Гос. гидрол. ин-т, 2008. – 600 с.

2 Схема комплексного использования и охраны водных объектов р. Дон. – 2013. – 190 с.

3 Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Т. 7. Донской район (бассейн р. Дон без бассейна р. Северский Донец) / под ред. Д. Д. Мордухай-Болтовского. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 216 с.

4 Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 6. Украина и Молдавия. Вып. 3. Бассейн Северского Донца и реки Приазовья / под ред. М. С. Каганера. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 490 с.

5 Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства: СП 11-103-97: утв. Департаментом развития науч.-техн. политики и проект.-изыскат. работ Госстроя России 10.07.97: введ. в действие с 15.08.97. – М.: Госстрой России, 1997. – 32 с.

6 Определение основных расчетных гидрологических характеристик: СП 33-101-2003: утв. Госстроем России 26.12.03. – М.: Госстрой России, 2004. – 85 с.

7 Рекомендации по статистическим методам анализа однородности пространственно-временных колебаний речного стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 78 с.

8 Мухин, Л. Ф. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Т. 7. Донской район / Л. Ф. Мухин. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 460 с.

9 Шмидт, Т. С. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик / Т. С. Шмидт. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 444 с.

10 Железняков, Г. В. Гидрология, гидрометрия и регулирование стока / Г. В. Железняков, Т. А. Неговская, Е. Е. Овчаров; под ред. Г. В. Железняка. – М.: Колос, 1984. – 205 с.

11 Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 7. Донской район / под ред. Д. Д. Мордухай-Болтовского. – Л.: Гидрометеиздат, 1964. – 267 с.

12 Проект схемы комплексного использования и охраны объектов бассейна р. Дон. – Екатеринбург: РосНИИВХ, 2010. – 343 с.

References

- 1 Shiklomanova I.A., 2008. *Vodnye resursy Rossii i ikh ispol'zovanie* [Water Resources of Russia and Their Use]. St. Petersburg, State Hydraulic Institute Publ., 600 p. (In Russian).
- 2 *Skhema kompleksnogo ispol'zovaniya i okhrany vodnykh ob'yektov r. Don* [Scheme of Complex Use and Protection of Water Objects of the River Don]. 2013, 190 p. (In Russian).
- 3 Mordukhai-Boltovsky D.D., 1967. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Osnovnye gidrologicheskie kharakteristiki. T. 7. Donskoy rayon (basseyn r. Don bez basseyna r. Severskiy Donets)* [Resources of Surface Waters of the USSR. Basic Hydrological Characteristics. Vol. 7. Don District (Basin of the Don River without the Severskiy Donets River Basin)]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 216 p. (In Russian).
- 4 Kaganera M.S., 1967. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. T. 6. Ukraina i Moldaviya. Vyp. 3. Basseyn Severskogo Dontsa i reki Priazov'ya* [Surface Water Resources of the USSR. Vol. 6. Ukraine and Moldova. Issue 3. The Severskiy Donets Basin and the Priazovye River]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 490 p. (In Russian).
- 5 *Inzhenerno-gidrometeorologicheskie izyskaniya dlya stroitel'stva: SP 11-103-97: utv. Departamentom razvitiya nauchno-tekhnicheskoy politiki i proyektno-izyskateknykh rabot Gosstroya Rossii 10.07.97: vved. v deystvie s 15.08.97* [Engineering and Hydrometeorological Surveys for Construction: SP 11-103-97]. Moscow, the Russian Federation State Committee for Construction, 1997, 32 p. (In Russian).
- 6 *Opredelenie osnovnykh raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik: SP 33-101-2003: utv. Gosstroyem Rossii 26.12.03* [Determination of the Basic Design Hydrological Characteristics: SP 33-101-2003]. Moscow, Russian Gosstroy Publ., 2004. 85 p. (In Russian).
- 7 *Rekomendatsii po statisticheskim metodam analiza odnorodnosti prostranstvenno-vremennykh kolebaniy rechnogo stoka* [Recommendations on Statistical Methods for Analyzing the Homogeneity of Space-Time Fluctuations in River Flow]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1984, 78 p. (In Russian).
- 8 Mukhin L.F., 1973. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Osnovnye gidrologicheskie kharakteristiki. T. 7. Donskoy rayon* [Resources of Surface Waters of the USSR. Basic Hydrological Characteristics. Vol. 7. The Don district]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 460 p. (In Russian).
- 9 Schmidt T.S., 1984. *Posobie po opredeleniyu raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik* [A Handbook on Determining the Calculated Hydrological Characteristics]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 444 p. (In Russian).
- 10 Zheleznyakov G.V., Negovskaya T.A., Ovcharov E.E., 1984. *Gidrologiya, gidrometriya i regulirovanie stoka* [Hydrology, Hydrometry and Flow Regulation]. Moscow, Kolos Publ., 205 p. (In Russian).
- 11 Mordukhai-Boltovsky D.D., 1964. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Gidrologicheskaya izuchennost'. T. 7. Donskoy rayon* [Surface Water Resources of the USSR. Hydrological Study. Vol. 7. Don District]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 267 p. (In Russian).
- 12 *Proekt skhemy kompleksnogo ispol'zovaniya i okhrany ob'yektov basseyna r. Don.* [Draft Scheme for the Integrated Use and Protection of the Basin of the River Don]. Ekaterinburg, RosNIIVH Publ., 2010, 343 p. (In Russian).

Сенчуков Герман Александрович

Ученая степень: кандидат технических наук

Должность: заместитель директора

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipmovpvpark@yandex.ru

Senchukov German Aleksandrovich

Degree: Candidate of Technical Sciences

Position: Deputy Director

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipmovpvapk@yandex.ru

Пономаренко Таисия Сергеевна

Должность: научный сотрудник отдела водных проблем и АПК

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipmovpvapk@yandex.ru

Ponomarenko Taisia Sergeevna

Position: Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipmovpvapk@yandex.ru

Бреева Анна Викторовна

Должность: младший научный сотрудник отдела водных проблем в АПК

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipmovpvapk@yandex.ru

Breeva Anna Viktorovna

Position: Junior Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipmovpvapk@yandex.ru