ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БАССЕЙНА РЕКИ КУБАНЬ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ РЕШЕНИЙ СЕЛЬХОЗПРОИЗВОДСТВА РИСА

INCREASING THE EFFICIENCY OF WATER RESOURCES USE IN THE KUBAN RIVER BASIN FOR THE DEVELOPMENT OF NEW SOLUTIONS FOR RICE AGRICULTURAL PRODUCTION

УДК 626.843
DOI:10.24411/2588-0209-2020-10272

Солодунов Александр Александрович
Старший преподаватель кафедры «Геодезии», Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар
Сидаков Ахмед Асланович
Аспирант, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар
Бандурин Михаил Александрович
доктор техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Сопротивления материалов», Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар

Solodunov Alexander Alexandrovich
Senior Lecturer of the Department of Geodesy, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar
Sidakov Ahmed Aslanovich
Postgraduate student, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar
Bandurin Mikhail Alexandrovich
Doctor Tech. Tech. Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Resistance of Materials, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar

Аннотация

Актуальность повышения эффективности использования водных ресурсов бассейна реки Кубань, для разработки новых решений сельхозпроизводства риса, которое обеспечивает повышение качества получаемой про-

дукции и стабильность урожая. Очень остро стоит проблема качества водных ресурсов. В бассейне р. Кубани величина годового стока подчинена вертикальной зональности, наблюдается закономерное уменьшение модуля годового стока с понижением средней высоты водосбора и по длине водотока. При проектировании Краснодарского водохранилища на правобережье принимались завышенных значения фильтрационных параметров, это установлено в процессе опытных откачек из скважин вертикального дренажа. Наиболее эффективная борьба – строительство очистных сооружений и биологический метод борьбы на участках водоемов с низким водообменом. Фосфаты – это загрязнители искусственного происхождения. В статье представлены результаты лабораторных исследований качества водных ресурсов, которые могут быть использованы на практике, так содержание фосфатов в водохранилище в среднем превышает ПДК в 1,5-2,0 раза. Анализ имеющихся данных по бактериологическим и паразитологическим исследованиям дает представление о современном состоянии водных ресурсов. Результаты выполненых лабораторных испытаний показали, что паразитологическое загрязнение воды не выявлено. Бактериологическое загрязнение имеется во всех частях водохранилища. Основным типом загрязнения является сверхнормативное содержание колиформных бактерий. Содержание их в воде превышает допустимые показатели от 3 до 16 раз. Бактериологическое загрязнение в основном формируется за счет стоков крупных рек, впадающих в водохранилище, т.к. сосредоточения сбросов канализационных стоков в чашу водохранилища нет. Качество водных ресурсов по гидрохимическим, бактериологическим и паразитологическим показателям после снижения НПУ на 90 см не претерпели серьезных негативных изменений. Исключением составляет загрязнение воды органическими соединениями, формирующимися в чаше водохранилища. Основные методы борьбы - насыщение воды кислородом (аэрация), увеличение проточности биологическая и химическая очистка.

Summary

The relevance of increasing the efficiency of the use of water resources in the Kuban River basin, for the development of new solutions for rice agricultural production, which ensures an increase in the quality of the products obtained and the stability of the yield. The problem of the quality of water resources is very acute. In the river basin In the Kuban, the value of the annual runoff is subordinated to vertical zoning; a regular decrease in the module of the annual runoff is observed with a decrease in the average height of the catchment area and along the length of the watercourse. When designing the Krasnodar reservoir on the right bank, overestimated values of filtration parameters were taken, this was established in the process of experimental pumping from vertical drainage wells. The most ef-

fective control is the construction of treatment facilities and a biological method of control in areas of reservoirs with low water exchange. Phosphates are man-made pollutants. The article presents the results of laboratory studies of the quality of water resources, which can be used in practice, since the content of phosphates in the reservoir on average exceeds the MPC by 1.5-2.0 times. Analysis of the available data on bacteriological and parasitological research gives an idea of the current state of water resources. The results of the laboratory tests performed showed that no parasitological contamination of the water was detected. Bacteriological pollution is present in all parts of the reservoir. The main type of pollution is the excess of coliform bacteria. Their content in water exceeds the permissible values from 3 to 16 times. Bacteriological pollution is mainly formed due to the runoff of large rivers flowing into the reservoir, because there is no concentration of sewage discharges into the reservoir basin. The quality of water resources in terms of hydrochemical, bacteriological and parasitological indicators did not undergo serious negative changes after the NPC decreased by 90 cm. An exception is water pollution by organic compounds that form in the reservoir bowl. The main methods of struggle are the saturation of water with oxygen (aeration), an increase in the flow rate, biological and chemical treatment.

Ключевые слова: водные ресурсы, качество водных ресурсов, годовой сток, рис, загрязнение.

Key words: water resources, water quality, annual flow, rice, pollution.

Введение.

Строительство Краснодарского водохранилища значительно увеличило объем восполняемых запасов напорных подземных вод, что способствует повышению эффективности использования водных ресурсов бассейна р. Кубань.

До строительства Краснодарского водохранилища в естественных условиях разгрузка подземных вод осуществлялась в р. Кубань; направление потока подземных вод было юго-западным с уклоном 0,0018. После строительства водохранилища динамика движения подземных вод определяется многочисленными искусственными и естественными факторами: уровнями воды в водохранилище; расходом и уровнями воды в дренах; орошением земель; потерями воды из оросительных каналов; разгрузкой в р. Кубань западнее земляной плотины; величиной водообора из напорных водоносных горизонтов; величиной атмосферных осадков, влажностью и температурой воздуха. Обще направление движения подземных вод теперь западное и северо-западное осложненное на локальных участках действием вышеперечисленных факторов.

Согласно гидрогеологическим расчетам Волгоградского инженерно-строительного института [1] поостренная в последующем вдоль правого берега дренажная завеса с одновременной расчисткой и углублением балки Карасун должна была предотвратить подтопление земель на всей территории второй надпойменной террасы. При этом использовались завышенные значения официальных параметров грунтов и не были учтены влиянии орошения земель, потери из оросительных каналов; поэтому, при непрерывной работе дре-

нажной завесы подтопление земель здесь после строительства водохранилища наблюдалось на значительной территории. Потребовалось строительство дополнительных дрен: горизонтальной вдоль взлетно-посадочной полосы аэропорта; комбинированных вдоль балки Карасун и магистрального оросительного канала Пригородной ОС; горизонтальной в 0,8 км восточнее оросительного канала. В целом теперь глубина залегания подземных вод на территории второй надпойменной террасы зависит, преимущественно, от эффективности работы дрен, в меньшей степени от уровней воды в водохранилище и метеорологических факторов [2].

Глубина залегания подземных вод изменяется от 1,5 до 8,6 м. Максимальные глубины отмечаются в западной части характеризуемой территории, а минимальные в восточной, так часть территории х. Ленина остается подтопленной и в настоящее время.

Материалы и методы.

В бассейне р. Кубани величина годового стока подчинена вертикальной зональности. Наблюдается закономерное уменьшение модуля годового стока с понижением средней высоты водосбора и по длине водотока. При проектировании Краснодарского водохранилища на правобережье принимались завышенные значения фильтрационных параметров. Это установлено в процессе опытных откачек из скважин вертикального дренажа выполненного в 1998 г. [3]. Расчетное значение коэффициента фильтрации аллювиальных глин составляет 0,005 м/сутки, а его среднее значение для слоя песков, гравия, галечников – 20 м/сутки. Значение коэффициента фильтрации лессовидных суглинков определено при изысканиях на Пригородной ОС после строительства Краснодарского водохранилища. Ранее лессовидные суглинки принимались за слабо водопроницаемый слой и объединялись с подстилающими их аллювиальными глинами. Значения коэффициента фильтрации лессовидных суглинков изменяются от 1 до 5 м/сутки, а расчетное значение составляет 3 м/сутки [4].

Коэффициенты фильтрации аллювиальных песков, гравия, галечников определялись на стадии проектирования водохранилища и в последующем при исследованиях для реконструкции его сооружений. Строение безнапорного водоносного горизонта слоистое, но повсеместно его можно представить в виде трехслойной схемы: хорошо водопроницаемый слой лессовидных суглинков верху и песков, гравия и галечников внизу; слабо водопроницаемый слой глин в центре. Безнапорный водоносный горизонт приурочен к толще четвертичных отложений. Условным водоупором для него служит слой глин верхнего плиоцена мощностью до 20 м с коэффициентом фильтрации 0,001-0,0005 м/сутки [5].

Фильтрационные свойства грунтов определялись на предыдущих стадиях исследований с помощью одиночных и кустовых откачек из скважин. Выполняя обобщение результатов предыдущих исследований [2, 6] и за расчётные значении коэффициента фильтрации грунтов (Кф) приняты следующие значения: глины и суглинки ИГЭ – 2, 3 – 0,05 м/сутки; супеси ИГЭ – 4 – 0,5 м/сутки; пески мелкие ИГЭ – 5 – 12 м/сутки; пески средней крупности ИГЭ–6 –22 м/сутки; пески крупные ИГЭ – 7 – 27 м/сутки; гравийный грунт – 35 м/сутки. Коэффициент суммарной водопроводимости (Km) грунтовых вод изменяется от 50 до 250 м^2/сутки, а коэффициент уровнепроводности (а), при активной водоотдаче покровных глин и суглинков = 5%, от 1000 до 5000 м^2/сутки [7].

Часть защищаемой территории высокой поймы р. Псекупс в естественных условиях периодически затапливалась поверхностными водами и была заболоченной. В настоящее время мелиоративное состояние этой территории зависит прежде всего от работы

насосных станций 5 "д" и 7 "д", перекачивающих поверхностный сток и дренажные воды с защищаемой территории в долине р. Псекупс, а также от технического состоянии дренажных сооружений. Псекупс и Краснодарское водохранилище большую часть года являются питающими границами для грунтовых вод. Дополнительное питание грунтовые воды получают за счёт инфильтрации атмосферных осадков и техногенных вод и за счет бокового притока со стороны надпойменных террас.

Территория высокой поймы практически бессточна, поэтому большая часть атмосферных осадков идёт на водонасыщение пород зоны аэрации и питание грунтовых вод. В конце холодного периода года (февраль-март) большая часть атмосферных осадков расходуется на питание грунтовых вод; в этот период величина инфильтрационного питания грунтов вод может достигать 1,5 мм/сутки. Разгрузка грунтовых вод осуществляется в дрены и за счет испарения с их свободной поверхности и транспирации в теплый период года.Отметим, что она характерна и для других периодов года, так как определяющим фактором её является работа дренажей вдоль оградительной плотины и дамб. Общее направление движения подземных вод направлено от надпойменных террас к дренам; уклоны потока изменяются от 0,0007 до 0,002 [8].

Глубина залегания грунтовых вод постоянно изменяется от 1,0 до 4,0 м. Уровенный режим грунтовых вод на приплотинной и придамбовой территории в полосе шириной до 200 м гидрологический, зависящий от уровней воды в водохранилище, в дренажных каналах и в скважинах вертикального дренажа. Амплитуда колебания уровня здесь не превышает 1 м.

На остальной территории режим грунтовых вод смешанный с преобладанием влияния климатических факторов (осадки, температура воздуха, влажность воздуха) и меньшим влиянием уровней воды в открытых каналах рисовой системы и р. Дыш. Высокое положение уровня грунтовых вод здесь наблюдается в феврале – марте, а низкое в октябре – декабре. Амплитуда колебания уровня здесь изменяется по мере удаления от каналов от 1,5 до 3,0 м. В феврале – марте на 30 % территории здесь глубина залегания грунтовых вод не превышает 1,0 м, а на 90 % – 2 м. [9].

Рисосеяние в районе долины р. Псекупс уже не проводится около 20 лет. Многие сбросные каналы заиляются, зарастают, дренирующее их действие ухудшается.

Результаты.

Питание р. Кубани смешанное: доля дождевого питания – 38% годового стока, грунтового – 36%, ледникового – 24%, снегового – 2%. По режиму стока Кубань является горной рекой. Сток отличается значительной сезонной неравномерностью и большой амплитудой изменения величин расходов. В районе Краснодарского водохранилища средние уклоны реки около 0,1 ‰, скорость течения в половодье 1,0 – 1,5 м/с, в межень 0,4 – 0,6 м/с [10].

В естественных условиях для Кубани характерны весенне-летнее половодье и осенне-зимняя межень. Средняя амплитуда колебания уровней за год на р. Кубани в естественных условиях была 4 – 4,5 м. Сток р. Кубани в значительной степени искажен водохозяйственными мероприятиями. Средний восстановленный годовой сток в створе Краснодарского водохранилища в год 50 % обеспеченности – 13,7 км^3.

Средняя многолетняя величина расхода Кубани у г. Краснодара (за период 1911-2016 гг.) составляет 437 м^3/с. На участке водохранилища в р. Кубань впадало 4 левобережных притока: Лаба, Белая, Пшиш и Псекупс; устья трех из низ в настоящее время за-

топлены и они впадают в водохранилище. Основные гидрологические характеристики р. Кубани в створе плотины водохранилища приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Гидрологические характеристики р. Кубани в створе плотины водохранилища

Площадь водосборного бассейна до створа плотины, км^2	Характер питания водотока	Характеристики	Сток воды обеспеченностью, Р %			
			25	50	75	95
45900	смешанное: дождевое, ледниковое, снеговое, грунтовое	W млн. м^3	15500	13700	12100	9930
		Q м^3/с	491	434	383	315

Средняя продолжительность весенне-летнего половодья – 215 суток. В весенне-летнее половодье проходит до 60-70 % годового стока Кубани.

Наибольшие за зиму снего-дождевые паводки наблюдаются чаще всего в феврале – марте. Средняя продолжительность паводка – 22 дня. Часто на спад одного паводка накладывается подъем следующего. Максимальные среднесуточные восстановленные расходы воды за прошлый период достигали 2010 м^3/с – 2300 м^3/с [11]. Расчетные значения фильтрационных показателей грунтов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные значения фильтрационных показателей грунтов

№ п/п	Наименование грунта	Коэффициент фильтрации, м/сутки (Крайние значения)	Водоотдача, о/о
	Насыпные (t Q_{iv})		
1	Глина и суглинки: а) уплотненные в теле плотины б) неуплотненные в пазухах между шлюзом и водосбросом	0,0005 (0,001 – 0,0001) 0,15	1 3
2	Супеси	0,4	8
3	Пески мелкие и средние а) водосброс и плотина б) шлюз	 8,8 3,7	 16 14
4	Пески крупные и гравелистые	27	19
	Намывные грунты (t Q_{iv})		
5	Пески мелкие и средние в пазухах сооружений шлюза и водосброса а) в горизонтальном направлении б) в вертикальном	 3,5 0,35	 14 –
6	Пески мелкие и средние в теле плотины	8,8	16
	Аллювиальные четвертичные отложения (a Q_{I-IV})		
7	Глины и суглинки	0,005 (0,18-0,0005)	3

8	Супеси	0,5	8
9	Пески пылеватые	3	13
10	Пески мелкие	12	16
11	Пески средние	22	18
12	Пески крупные и гравелистые	27	19
13	Гравийно-галечниковый грунт	35	19,5
	Эолово-делювиальные четвертичные отложения (vd Q)		
14	Суглинки лессовидные, макропористые	2	8

Максимальные расходы воды в незарегулированном режиме у г. Краснодара превышали 2000 м^3/с 1 раз в 15-20 лет; 1500 м^3/с – 1 раз в 5 лет; 1000 м^3/с – практически ежегодно, во многие годы по несколько раз.

В таблице 3 приведены величины максимального стока различной обеспеченности.

Таблица 3 – Расчетные значения максимального стока различной обеспеченности

Река-створ	Период обобщений, годы	Расходы воды (м^3/с) обеспеченностью Р%			
		0,01	0,1	0,5	1
р. Кубань-г. Краснодар	1926-2019	4580	3420	2910	2690

Для р. Кубани выше Краснодарского водохранилища и р. Лабы характерна устойчивая зимняя межень. В нижнем течении р. Белой межень наблюдается в осенне-зимний период и часто прерывается дождевыми и снегодождевыми паводками. Продолжительность отдельных меженных периодов составляет 15-20 суток [12].

Реки Пшиш и Псекупс характеризуются летне-осенней меженью. Таким образом, минимальный приток к водохранилищу наблюдается в осенне-зимний период. Минимальный среднемесячный расход воды наблюдается преимущественно в январе-феврале. Однако, за последние 30 лет в связи с теплыми зимами минимальные среднемесячные расходы воды в р. Кубани все чаще отмечаются в ноябре.

В таблице 4 приведены величины минимального стока различной обеспеченности.

Таблица 4 – Расчетные значения минимального стока различной обеспеченности

Река-створ	Период обобщений, годы	Расходы воды (м^3/с) обеспеченностью Р%				
		50	75	85	95	97
р. Кубань-г. Краснодар	1926-2019	155	116	97,8	74,4	66,6

Водные ресурсы используются для водообеспечения населения, сельскохозяйственных и промышленных предприятий учитываемые в водном балансе водохранилища водозаборы, располагаются на р. Кубани в нижнем течении. Характеристика основных водозаборов приводится в таблице 5.

Таблица 5 – Расчетные значения минимального стока различной обеспеченности на р. Кубани в нижнем течении.

Наименование водозабора	Местоположение от устья, км	Характеристика водопотребителей	Объем водопотребления в год, млн. м^3 Расчетная производительность водозабора, тыс. м^3/сутки
1. Анапский групповой водопровод	25,35 км р.Кубань, левый берег	Питьевые и хозяйственные нужды г.Анапа, совхозов и сельхозпредприятий северо-восточной зоны Анапского района	25,3 69,3
2. Таманский групповой водопровод	19,6 км р.Кубань, левый берег	Питьевые и хозяйственные нужды г.Темрюка, совхозов и сельхозпредприятий Таманского полуострова (Темрюкский район)	15,29 42,17

Водные ресурсы Краснодарского водохранилища забираются на орошение непосредственно из водохранилища, а также из р. Кубани и р. Протоки в нижнем бьефе водохранилища [13]. В таблице 6 приведено размещение РОС, сложившееся на уровень развития 2019 года, использующих воду водохранилища.

Таблица 6 – Размещение РОС использующих воду водохранилища

Наименование систем и участков	Наименование водоисточников	Площадь орошения, тыс. га			
		Всего по системе		Из них на водных ресурсах Краснодарского вдхр.	
		Всего	В т.ч. рисовые ОС	Всего	В т.ч. рисовые ОС
1. Пригородная	Краснодарское вдхр.	18,1	-	18,1	-
2. Адыгейская	р.Лаба	6,70	6,70	6,70	6,70
3. ОС в с/зе "Путь Ильича"	Краснодарское вдхр.	1,34	1,34	1,34	1,34
4. Мелкие участки	Краснодарское вдхр. в/б	1,43	1,43	1,43	1,43
5. Чибийская	Шенджийское вдхр.	5,15	3,62	3,62	3,62
6. Афипская	Шапсугское вдхр.	13,47	13,47	8,0	8,0
7. Федоровская	р.Кубань	18,2	10,78	18,2	10,78
8. Кубанская	р.Кубань	38,27	38,27	38,27	38,27
9. Марьяно-Чебургольская	р.Кубань	47,74	47,74	47,74	47,74

Объемы и режим водопотребления рисовых оросительных систем, подкомандных Краснодарскому водохранилищу, рассчитаны в соответствии оросительным нормам при 50-% содержании риса в севообороте, принятым в «Схеме комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Кубань», разработанной ОАО «Кубаньводпроект» [14].

Таблица 7 – Качество водных ресурсов Краснодарского водохранилища по створам наблюдений. Класс качества вод, с указанием перечня основных загрязняющих веществ, по которым наблюдаются превышения ПДК

№ п/п	Объект	Годы	Величина		
			ИЗВ	качество	Описание, в долях ПДК
1	Краснодарское водохранилище	1978	0,852	II класса	"чистая"
2	Наблюдательный створ "Аванпорт"	1990	1,46	III класс "умеренно-загрязненная"	Fe общее – 1,8 ПДК; Cu – 4,5 ПДК SO_4 – 1,76 ПДК; Нефтепродукты 3,2 ПДК; Фосфаты по (Р)1,33 ПДК; $БПК_5$ – 1,02 ПДК
3	Наблюдательный створ "сброс с балки без названия, Казазово"	2013	2,37	III класс "умеренно-загрязненная"	Fe общее – 4,50ПДК; Mn – 1,86 ПДК; Cu – 4,53 ПДК; NO_2 – 1,86 ПДК; Фенолы лет. 1,10 ПДК; $БПК_5$ – 2,46 ПДК
4	Река Кубань г. Усть-Лабинск ниже сброса с очистных сооружений канализации	2005	1,246	III класс "умеренно-загрязненная"	Mg – 6,57 ПДК; Mn – 3,08 ПДК; Cu – 11,13 ПДК; SO_4 – 1,12 ПДК; $БПК_5$ – 1,1846 ПДК
5	Река Лаба, ст. Некрасовская	2005	1,016	III класс "умеренно-загрязненная"	Fe общее – 1,64 ПДК; Mn – 12,3 ПДК; Cu – 3,83 ПДК;
6	Река Белая. Аул Бжедугхабль с а/д моста	2005	1,099	III класс "умеренно-загрязненная"	Mg – 3,56 ПДК; Mn – 7,74 ПДК; Cu – 9,37 ПДК;

Как видно из таблицы 7 наибольшее превышение ПДК отмечается по меди, Содержание меди в среднем превышает ПДК в 3-5 раз. Загрязнение медью носит природный характер и не связано с хозяйственной деятельностью ПДК по железу в среднем превышается в 1,5-2,0 раза [15]. Значительные превышения ПДК по железу наблюдались в чаше бывшего Тщикского водохранилища, что связано с малой проточностью.

Превышение ПДК по содержанию марганца отмечается в последние 5-10 лет. Загрязнение водных ресурсов фенолами в основном не изменилось в период с 1990 по 2016 годы. Содержание фенолов превышает ПДК в 1,5-2,0 раза. Причина загрязнения фенолами сброс в водоемы неочищенных промышленных стоков.

Загрязнение водохранилища сульфатами носит незначительный характер и в среднем за весь период наблюдений (1990-2016 г) составляет 1,1-1,2 ПДК. Однако эти соединения солей серной кислоты являются основным элементом питания для водорослей и влаголюбивой растительности.

Обсуждение результатов.

Наиболее эффективная борьба – строительство очистных сооружений и биологический метод борьбы на участках водоемов с низким водообменом. Фосфаты – это загрязнители искусственного происхождения. Содержание фосфатов в водохранилище в среднем превышает ПДК в 1,5-2,0 раза. Анализ имеющихся данных по бактериологическим и па-

разитологическим исследованиям дает представление о современном состоянии водных ресурсов.

Результаты лабораторных испытаний показали, что паразитологическое загрязнение воды не выявлено. Бактериологическое загрязнение имеется во всех частях водохранилища. Основным типом загрязнения является сверхнормативное содержание колиформных бактерий. Содержание их в воде превышает допустимые показатели от 3 до 16 раз. Бактериологическое загрязнение в основном формируется за счет стоков крупных рек, впадающих в водохранилище, т.к. сосредоточения сбросов канализационных стоков в чашу водохранилища нет.

Выводы.

Качество водных ресурсов по гидрохимическим, бактериологическим и паразитологическим показателям после снижения НПУ на 90 см не претерпели серьезных негативных изменений. Исключением составляет загрязнение воды органическими соединениями, формирующимися в чаше водохранилища. Основные методы борьбы - насыщение воды кислородом (аэрация), увеличение проточности биологическая и химическая очистка.

Список использованной литературы

1. Ольгаренко, В.И. Комплексная оценка технического уровня гидромелиоративных систем / В.И. Ольгаренко, Г.В. Ольгаренко, И.В. Ольгаренко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2013. – № 6. – С. 8-11.

2. Абдразаков, Ф.К. Проблемы управления мелиоративным под комплексом на региональном уровне / Ф.К. Абдразаков, А.Ю. Сметанин // Аграрный научный журнал. – 2011. – № 3. – С. 47-50.

3. Бандурин, М.А. Численное моделирование объемного противофильтрационного геотекстильного покрытия с изменяемой высотой ребра / М.А. Бандурин, В.А. Бандурин // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 4 (27). – С. 46.

2. Бандурин, М.А. Обоснование продления срока эксплуатации несущих конструкций сборных водоподъемных низконапорных щитовых плотин / М. А. Бандурин, И. П. Бандурина // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 2 (29). – С. 102.

4. Бандурин, М.А. Методы моделирования напряженно-деформированного состояния для определения остаточного ресурса железобетонного консольного водосброса при различных граничных условиях / М.А. Бандурин, В.А. Бандурин // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 4 (27). – С. 109.

5. Volosukhin, V.A., Numerical analysis of static strength for different damages of hydraulic structures when changing stressed and strained state / V.A. Volosukhin, M.A. Bandurin, V.V. Vanzha, A.V. Mikheev, Y.V. Volosukhin // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – Т. 1015. – С. 042061.

6. Bandurin, M.A. The efficiency of impervious protection of hydraulic structures of irrigation systems / M.A. Bandurin, V.A. Volosukhin, I.F. Yurchenko // Advances in Engineering Research. – 2018. – С. 56–61.

7. Волосухин В.А. Методы неразрушающего контроля при моделировании технического состояния железобетонной облицовки водопроводящих каналов / В.А. Волосухин, М.А. Бандурин // Наука и безопасность. – 2012. – № 5. – С. 9–17.

8. Юрченко, И.Ф. Совершенствование оперативного управления водораспределением на межхозяйственных оросительных системах / И.Ф. Юрченко, В.В. Трунин // Пути

повышения эффективности орошаемого земледелия: Сборник научных трудов. – 2014. – № 53. – С. 166-170.

9. Кирейчева, Л.В. Модели и информационные технологии управления водопользованием на мелиоративных системах, обеспечивающие благоприятный мелиоративный режим / Л.В. Кирейчева, И.Ф. Юрченко, В.М. Яшин // Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. – № 5-6. – С. 50-55.

10. Yurchenko, I.F. Risk assessment of land reclamation investment projects / I.F. Yurchenko, M.A. Bandurin, V.V. Vanzha and other // Advances in social science, education and humanities research Proceedings of the International Conference Communicative Strategies of Information Society. – 2019. – P. 216-221.

11. Коженко, Н.В. Комплексный метод обследования зданий и сооружений при совместной работе с вышками связи / Н.В. Коженко, В.Г. Дегтярев, Г.В. Дегтярев, И.А. Табаев // Политемат. сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2013. – № 89. – С. 581-606.

12. Yurchenko, I.F. Reclamation measures to ensure the reliability of soil fertility / I.F. Yurchenko, M.A. Bandurin, V.A. Volosukhin, V.V. Vanzha, A.V. Mikheyev // Advances in Engineering Research. – 2018. – P. 62-66.

13. Bandurin, M.A. The efficiency of impervious protection of hydraulic structures of irrigation systems / M.A. Bandurin, V.A. Volosukhin, I.F. Yurchenko // Advances in Engineering Research. – 2018. – P. 56-61.

14. Носов, А.К., Выявление потенциально опасных ГТС сферы мелиораций / А.К. Носов, И.Ф. Юрченко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: Сборник научных трудов. – 2013. – № 51. – С. 101-110.

15. Бесфамильная, Е.В. Совершенствование методов развития рециклинговых технологий утилизации промышленных и бытовых отходов / Е.В. Бесфамильная, И.П. Бандурина // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 2-2 (36). – С. 57.

Spisok ispol'zovannoi literatury

1. Ol'garenko, V.I. Kompleksnaya otsenka tekhnicheskogo urovnya gidromeliorativnykh si-stem / V.I. Ol'garenko, G.V. Ol'garenko, I.V. Ol'garenko // Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo. – 2013. – № 6. – S. 8-11.

2. Abdrazakov, F.K. Problemy upravleniya meliorativnym pod kompleksom na regional'nom urovne / F.K. Abdrazakov, A.YU. Smetanin // Agrarnyi nauchnyi zhurnal. – 2011. – № 3. – S. 47-50.

3. Bandurin, M.A. Chislennoe modelirovanie ob"emnogo protivofil'tratsionnogo geotekstil'nogo pokrytiya s izmenyaemoi vysotoi rebra / M.A. Bandurin, V.A. Bandurin // Inzhenernyi vestnik Dona. – 2013. – № 4 (27). – S. 46.

2. Bandurin, M.A. Obosnovanie prodleniya sroka ehkspluatatsii nesushchikh konstruktsii sbornykh vodopod"emnykh nizkonapornykh shchitovykh plotin / M. A. Bandurin, I. P. Bandurina // Inzhenernyi vestnik Dona. – 2014. – № 2 (29). – S. 102.

4. Bandurin, M.A. Metody modelirovaniya napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya dlya opredeleniya ostatochnogo resursa zhelezobetonnogo konsol'nogo vodosbrosa pri razlichnykh granichnykh usloviyakh / M.A. Bandurin, V.A. Bandurin // Inzhenernyi vestnik Dona. – 2013. – № 4 (27). – S. 109.

5. Volosukhin, V.A., Numerical analysis of static strength for different damages of hydraulic structures when changing stressed and strained state / V.A. Volosukhin, M.A. Bandurin, V.V.

Vanzha, A.V. Mikheev, Y.V. Volosukhin // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – T. 1015. – S. 042061.

6. Bandurin, M.A. The efficiency of impervious protection of hydraulic structures of irrigation systems / M.A. Bandurin, V.A. Volosukhin, I.F. Yurchenko // Advances in Engineering Research. – 2018. – S. 56–61.

7. Volosukhin V.A. Metody nerazrushayushchego kontrolya pri modelirovanii tekhnicheskogo sostoyaniya zhelezobetonnoi oblitsovki vodoprovodyashchikh kanalov / V.A. Volosukhin, M.A. Bandurin // Nauka i bezopasnost'. – 2012. – № 5. – S. 9–17.

8. Yurchenko, I.F. Sovershenstvovanie operativnogo upravleniya vodoraspredeleniem na mezhkhozyaistvennykh orositel'nykh sistemakh / I.F. Yurchenko, V.V. Trunin // Puti povysheniya ehffektivnosti oroshaemogo zemledeliya: Sbornik nauchnykh trudov. – 2014. – № 53. – S. 166-170.

9. Kireicheva, L.V. Modeli i informatsionnye tekhnologii upravleniya vodopol'zovaniem na meliorativnykh sistemakh, obespechivayushchie blagopriyatnyi meliorativnyi rezhim / L.V. Kireicheva, I.F. Yurchenko, V.M. Yashin // Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo. – 2014. – № 5-6. – S. 50-55.

10. Yurchenko, I.F. Risk assessment of land reclamation investment projects / I.F. Yurchenko, M.A. Bandurin, V.V. Vanzha and other // Advances in social science, education and humanities research Proceedings of the International Conference Communicative Strategies of Information Society. – 2019. – P. 216-221.

11. Kozhenko, N.V. Kompleksnyi metod obsledovaniya zdanii i sooruzhenii pri sovmestnoi rabote s vyshkami svyazi / N.V. Kozhenko, V.G. Degtyarev, G.V. Degtyarev, I.A. Tabaev // Politemat. setevoi ehlektronnyi nauchnyi zhurnal KuBGAU. – 2013. – № 89. – S. 581-606.

12. Yurchenko, I.F. Reclamation measures to ensure the reliability of soil fertility / I.F. Yurchenko, M.A. Bandurin, V.A. Volosukhin, V.V. Vanzha, A.V. Mikheyev // Advances in Engineering Research. – 2018. – P. 62-66.

13. Bandurin, M.A. The efficiency of impervious protection of hydraulic structures of irrigation systems / M.A. Bandurin, V.A. Volosukhin, I.F. Yurchenko // Advances in Engineering Re-search. – 2018. – P. 56-61.

14. Nosov, A.K., Vyyavlenie potentsial'no opasnykh GTS sfery melioratsii / A.K. Nosov, I.F. Yurchenko // Puti povysheniya ehffektivnosti oroshaemogo zemledeliya: Sbornik nauchnykh trudov. – 2013. – № 51. – S. 101-110.

15. Besfamil'naya, E.V. Sovershenstvovanie metodov razvitiya retsiklingovykh tekhnologii utilizatsii promyshlennykh i bytovykh otkhodov / E.V. Besfamil'naya, I.P. Bandurina // Inzhenernyi vestnik Dona. – 2015. – № 2-2 (36). – S. 57.