

**ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ И ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ
НЕКАПИТАЛЬНЫХ НИЗКОНАПОРНЫХ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ
(НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ)**

И. В. Минников, Д. В. Сарычев, Ю. А. Нестеров

Воронежский государственный университет, Россия

Поступила в редакцию 30 января 2015 г.

Аннотация: Статья посвящена вопросам инвентаризации водных антропогенных ландшафтов и оценки их влияния на прилегающие сельские поселения в случае разрушения плотины. Рассмотрена оригинальная методика, основанная на дешифрировании материалов дистанционного зондирования Земли и геоинформационном анализе.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, водные антропогенные ландшафты, опасные гидрологические процессы, оценка опасности, материалы дистанционного зондирования Земли, геоинформационный анализ.

Abstract: The article is devoted to the issues of inventory check of water man-made landscapes and estimation of its impact on neighborhood rural villages in case of a dam break. The original methodology, based on interpretation of remote sensing data and geoinformation analysis is also considered in the article.

Key words: hydraulic engineering installations, water man-made landscapes, dangerous hydrological processes, estimation.

Низконапорные гидротехнические сооружения (ГТС с высотой создаваемого плотиной напора менее 25 метров) – пруды и водохранилища, как антропогенные природные комплексы, являются неотъемлемой частью структуры ландшафтов Среднерусской лесостепи и степи. Их количество, размеры, приуроченность к наиболее распространенным формам рельефа – эрозионной сети, характер хозяйственного использования и преобразующее окружающую среду влияние могут выступать в качестве элементов оценки геоэкологического состояния территории и возможностей ее сбалансированного развития. Оценка геоэкологического состояния искусственных водоемов обычно проводится в двух аспектах. Во-первых, с точки зрения их средообразующей роли: улучшения водообеспеченности прилегающей территории, увеличения ландшафтной контрастности и эстетической привлекательности окружающего пруды пространства, изменения естественной структуры ландшафтов на локальном уровне, решения задач

водоснабжения в сельскохозяйственном производстве. Во-вторых, как объекты потенциально опасные для населения и хозяйства в случае повреждения или разрушения плотины. Последний аспект в оценочных работах отмечается редко.

Строительство искусственных водоемов в воронежском регионе прошло несколько этапов.

Первый этап относится к началу активного хозяйственного освоения Среднерусской лесостепи и степи, когда низконапорные ГТС как антропогенный элемент ландшафта создавались у сельских поселений. Первое достоверное отражение прудов на картографических материалах можно отнести ко времени составления уездных планов Генерального межевания в середине и второй половине XVIII века. Тогда около многих сельских населенных пунктов, чаще всего на малых постоянных и временных водотоках, отмечены искусственные водоемы, обслуживающие водяные мельницы, и использующиеся для целей водоснабжения и пожаротушения.

Второй этап связан со строительством прудов и водохранилищ для решения мелиоративных за-

дач в конце XIX века. Главная роль в их создании принадлежит Особой экспедиции по испытанию и учёту различных способов и приёмов ведения сельского, лесного и водного хозяйства в степях России под руководством В. В. Докучаева в Каменной степи.

Третий этап массового строительства ГТС начался после 1948 года в связи с реализацией «Плана полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоемов для обеспечения высоких устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах Европейской части СССР», принятого 20 октября 1948 года. С 1955 года темпы строительства гидротехнических сооружений работ резко снизились. За шестилетний период на территории Воронежской области было сооружено около 2,3 тысяч водоемов в добавление к уже существовавшим.

Четвертый этап характеризуется новой волной активного гидротехнического строительства и создания водных антропогенных ландшафтов. Он относится к периоду с 1961 по 1985 год, когда в сельском хозяйстве обострилась потребность в орошаемых землях, стало развиваться прудовое рыбоводство и разведение водоплавающей домашней птицы [17].

В настоящее время строительство низконапорных ГТС, особенно на землях, находящихся в долгосрочной аренде у сельскохозяйственных производителей, практически не регулируется и их достоверный учет не производится. В связи с этим точное количество искусственных водоемов в структуре современных антропогенных ландшафтов неизвестно, однако их значение как средообразующих комплексов настолько велико, а роль в рациональном природопользовании столь существенна, что их учет представляется нам чрезвычайно важной задачей.

Для выявления количества низконапорных ГТС в пределах области был реализован методический подход, который включал несколько тесно связанных последовательно исполненных операций: анализ существующих данных по количеству ГТС, определение расхождений в данных и их причин, подбор материалов дистанционного зондирования, их анализ с использованием современных программных средств обработки и ГИС-технологий для пространственного анализа. Исходными данными послужили чаще всего официальные документы.

1. Современные общегеографические карты масштаба 1 : 200000, на которых выявлено 1734 во-

доема. В связи с генерализацией соответствующей масштабу карт количество учтенных водоемов оказалось минимальным.

2. Данные Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Воронежской области. На 2009 год в области насчитывалось 2557 прудов и водохранилищ.

3. Данные опросов сельских администраций по состоянию на 2012-2013 годы. Количество ГТС на этот период составляло 2030. Здесь, помимо действующих прудов и водохранилищ, учитывались гидротехнические сооружения, в которых, из-за отсутствия технического ухода за плотиной, водная масса не накапливается – «сухие» пруды.

Таким образом, даже если учесть около 30 межрайонных ГТС, которые не указаны районными и городскими властями и не вошли в инвентаризационные списки административных органов, то реальное количество водоемов на территории области значительно расходится в приведенных источниках.

4. Космические снимки Landsat TM, находящиеся в свободном доступе.

Инвентаризации ГТС по данным дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) строилась исходя из представления о том, что основная масса искусственных водных объектов располагается по эрозионной сети и практически не встречается в поймах рек. Поэтому по цифровой модели рельефа, выполненной по данным SRTM-съемки была создана маска, позволяющая отсечь все водоемы замедленного водообмена, находящиеся на высотных уровнях современных речных пойм. Таким образом, пойменные озера всех типов не учитывались при составлении сводной характеристики [10].

Для выявления общего количества ГТС на территории Воронежской области была предложена и реализована методика, состоящая из следующих последовательных операций [1, 6].

1. Идентификация прудов производилась по 4, 5 и 7 съемочным каналам снимков Landsat 5 TM за летне-меженные сезоны 2010 и 2011 годы (малооблачные сцены), отличающихся наибольшей информативностью по водным объектам для исследуемой территории.

2. Обработка материалов дистанционного зондирования производилась в программном пакете ERDAS Imagine. Применена комбинированная классификация композитных изображений. Идентификация водных объектов производилась путем классификации с обучением по эталонным объектам. Границы выявленных таким образом водо-

Количество низконапорных гидротехнических сооружений в муниципальных районах и городских округах по разным источникам

№ п/п	Муниципальный район	По данным сельских (городских) администраций	По данным инвентаризации и на 1.01.2009	По данным материалов ДЗ за 2010-2011 г.г. кол-во/площадь, км ²
1	Аннинский	68	172	290/22,3
2	Бобровский	196	196	158/8,3
3	Богучарский	нет данных	нет данных	55/5,9
4	Борисоглебский/о	46	48	32/1
5	Бугурлиновский	120	231	207/12
6	Верхнемамонский	нет данных	нет данных	67/3,9
7	Верхнехавский	88	137	127/9,6
8	Воробьевский	27	185	144/5,3
9	Грибановский	88	113	139/11,7
10	Калачеевский	294	348	256/6,3
11	Каменский	62	72	74/0,9
12	Кантемировский	нет данных	нет данных	106/7,4
13	Каширский	38	70	92/13,5
14	Лискинский	78	81	49/2,4
15	Нижнедевицкий	нет данных	нет данных	45/2,2
16	Новоусманский	нет данных	87	81/4,2
17	Новохоперский	нет данных	нет данных	162/10
18	Ольховатский	нет данных	нет данных	35/0,4
19	Острогожский	19	64	53/2,5
20	Павловский	47	163	85/6,2
21	Панинский	101	294	281/16,9
22	Петропавловский	80	166	73/2,7
23	Поворинский	нет данных	нет данных	91/5,3
24	Подгоренский	нет данных	нет данных	64/0,5
25	Рамонский	36	36	41/2,2
26	Репьевский	69	47	33/1,8
27	Россошанский	нет данных	нет данных	91/3,7
28	Семилукский	-	86	134/7,3
29	Таловский	241	345	299/21,8
30	Терновский	50	132	147/8,7
31	Хохольский	27	67	53/3,1
32	Эртильский	255	212	174/14,5
Итого		2030	3352	3674*/226,4

*Примечание: межрайонные ГТС учитывались для каждого района по соответствующим частям для каждой смежной территории.

емов были установлены по результатам неуправляемой классификации. Полученные растры конвертировались в шейп-слои, с дальнейшей обработкой посредством ПО Quantum GIS. Результаты подсчета водных объектов приведены в таблице 1.

3. Выделение ГТС среди прочих водных объектов и ошибок дешифрирования производилось с использованием фильтров, учитывающих площади водного зеркала, привязку к русловой сети и

звеньям водотоков, топографическое положение, а также визуальной проверки 50 % выделенных объектов по современным картографическим материалам.

Как видно из таблицы наибольшие невязки по количеству ГТС между официальными данными и данными, полученными при дешифрировании прудов, приходится на пять муниципальных районов. В Аннинском районе данные сельских ад-

министратий и инвентаризации 2009 года расходятся в 2,5 раза, а по отношению к количеству ГТС, обнаруженных на материалах ДЗЗ, более чем в 4 раза. Таким образом, только в пределах одного Аннинского муниципального района не учтено по различным инвентаризационным документам соответственно 104 и 222 водоема. В Бутурлиновском районе сельские администрации фиксируют 120 ГТС, что почти в 2 раза меньше, чем по данным инвентаризации (231 ГТС) и в 1,7 раза меньше выявленных дистанционными материалами (207 ГТС). В Воробьевском районе сельские администрации учитывают всего 27 ГТС, против выявленных инвентаризацией 185 объектов, что почти в 7 раз меньше и в 5,3 раза меньше, чем обнаружено на материалах ДЗЗ (144 ГТС). В Панинском районе 101 ГТС регистрируется сельскими администрациями, 294 пруда (в 2,9 раза больше) – значатся в данных инвентаризации и 281 ГТС обнаружены по материалам ДЗЗ.

В Терновском районе сельскими администрациями отмечено 50 ГТС, что в 2,6 раза меньше учтенных при инвентаризации (132 ГТС) и в 2,9 раза меньше (147 ГТС) по материалам ДЗЗ. Особенно следует отметить, что сельские администрации Богучарского, Верхнемамонского, Кантемировского, Нижнедевицкого, Новоусманского, Новохоперского, Ольховатского, Поворинского, Подгоренского и Россошанского муниципальных районов данные не представляли, а инвентаризация 2009 года не проводилась в тех же районах кроме Новоусманского.

Таким образом, уточнение количества водных антропогенных комплексов можно считать решенной частью задачи общего мониторинга поверхностных вод в регионе. Однако, следует иметь в виду, что по ряду причин как естественного так и антропогенного характера количество искусственных водоемов даже в течение коротких периодов времени может подвергаться значительной изменчивости. В первую очередь при мониторинговых работах следует учитывать гидролого-климатические особенности и повторять инвентаризацию после маловодных и многоводных лет. К сожалению, многолетнюю динамику количества ГТС в результате только хозяйственных причин на землях, находящихся в долговременной аренде, проследить с помощью материалов ДЗЗ не удастся.

Существующие на территории Воронежской области ГТС, образованные низконапорными плотинами, разнообразны не только по природным характеристикам, но и по технико-гидродинами-

ческим параметрам, режимным характеристикам, направлению хозяйственного использования и воздействию на природные окружающие природные комплексы. Возведение низконапорных плотин и соответствующих ГТС обусловлено их целевым использованием в мелиорации сельского хозяйства, рыборазведении, водообеспечении промышленных нужд, а также в целях рекреации. Основная часть прудов и водохранилищ построена на периодических и временных водотоках для аккумуляции поверхностного стока с последующим его использованием.

Гидрологическим и отчасти ландшафтным изучением прудов и водохранилищ Воронежской области занимались В. М. Мишон, В. Б. Михно, А. Г. Курдов, В. М. Смольянинов, И. П. Сухарев, П. С. Куприенко, А. И. Добров и другие [4, 8, 9, 14, 15].

Создание гидротехнических сооружений и зарегулированность поверхностного стока позволяет рационально использовать водные ресурсы, снижать активность некоторых деструктивных процессов, к примеру эрозионного расчленения и отчасти плоскостного смыва, так характерных для Воронежской области. В то же время строительство ГТС сопровождается рядом негативных последствий: подтоплением и заболачиванием прилегающих территорий, изменению биоты. Неправильная эксплуатация может привести к ухудшению санитарного состояния созданного водоема, вызывать опасность затопления и разрушения сельской селитбы, которая возникает при прорыве тела плотины водохранилища в результате переполнения ее чаши ливневым стоком и во время прохождения половодья. Разрушение может быть спровоцировано ошибками проектирования, конструктивными дефектами, а также нарушением режима водосбора и другими условиями [3].

Разрушение плотины (прорыв) сопровождается неконтролируемым потоком воды из верхнего бьефа водоема, характеризующимся высокой скоростью, значительными величинами расхода воды (Q прорыва), максимально возможным уровнем затопления прилегающих территорий [11]. Для расчета высоты волны прорыва, максимальных расходов воды, времени опорожнения чаши водоема, зоны влияния существуют методики, применяемые в мостостроении, в прогнозировании и оценке последствий чрезвычайных ситуаций УГО и ЧС [2, 5]. Для Воронежской области оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций на гидротехнических сооружениях рассматривалась в

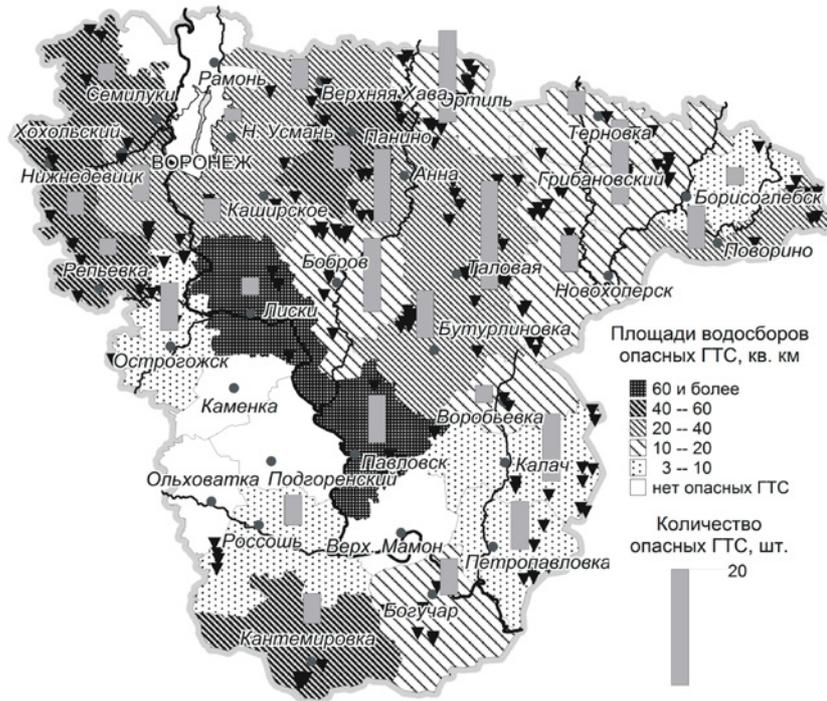


Рис. 1. Количество опасных гидротехнических сооружений и средние площади их водосборов по муниципальным районам

работе Н. Д. Разиньков [12] и И. В. Минникова [7]. В настоящей статье, для определения эколого-гидрологической опасности некапитальных, низконапорных ГТС, были учтены и использовались рекомендации, доцента кафедры природопользования факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского госуниверситета С. Д. Дегтярева.

По данным Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Воронежской области на 2009 год в регионе насчитывалось 202 ГТС и 9 прудов-накопителей, которые являлись потенциально опасными объектами при возникновении чрезвычайных ситуаций. После 2009 года общее количество ГТС изменилось. Причина – аномальные гидроклиматические условия 2010 года, изменения в структуре и развитии сельского хозяйства региона, уменьшение орошаемых площадей, отсутствие своевременного текущего и капитального ремонта. С 2010 года учетом ГТС и их государственной регистрацией занимается территориальное ведомство Ростехнадзора, которое на основе федерального закона от 21.07.1997 № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» и проекта федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений» формирует реестр всех ГТС, расположенных на территории Воронежской области [16]. На настоящий момент вре-

мени в регионе к числу потенциально опасных отнесено 211 ГТС (рис. 1).

Опасность наступления чрезвычайной ситуации возникает при прохождении максимальных расходов талых вод в весенний паводок, которые нередко вызывают разрушение водосбросов прудов и других гидротехнических сооружений. Водосбросы плотин водохранилищ в степной и лесостепной зонах рассчитывают на максимальный сток талых вод 10% -обеспеченности с проверкой расхода на сток 3% -обеспеченности [15]. Для оценки опасности ГТС по климатическим причинам и оценки максимально вероятностной опасности, в наших расчетах принимались значения максимального стока и расхода талых вод 1% -обеспеченности для малых водосборов.

Опасность ГТС определяется степенью (зоной) влияния прудов и водохранилищ при разрушении плотины на селитебные территории, объекты хозяйственного и промышленного назначения. Для определения и оценки степени опасности проводились расчеты по формулам:

$$K_L = L_{НП} / L_{ТР}, \quad (1)$$

где K_L – коэффициент удаленности (безопасности) опасного ГТС от селитебной территории, $L_{НП}$ – расстояние между опасным ГТС и селитебной территорией, $L_{ТР}$ – зона влияния водохранилища при прорыве тела плотины;

Диапазоны количественных значений коэффициентов эколого-гидрологической опасности низконапорных ГТС и их качественные аналоги

№ п/п	Значения показателей	
	количественные	качественные
1.	более 1	влияния незначительное
2.	0,75 – 1,00	влияние умеренное
3.	0,50 – 0,75	влияние повышенное
4.	0,25 – 0,50	влияние сильное
5.	Менее 0,25	влияние критически сильное

$$L_{TP} = [(Q_{II} - Q_{P\%}) * (W_O + W_{P\%}) i] / (j Q_{II} Q_{P\%}), (2)$$

где Q_{II} – расход воды в нижнем бьефе при прорыве тела плотины, $Q_{P\%}$ – расход воды вероятностью 1 %, W_O – объем пруда, $W_{P\%}$ – объем стока вероятностью 1 %, j – коэффициент равный 1,2, i – продольный уклон русла (гальвега балки) в процентах [4];

$$K_w = 0,6 W_{ВДХ} / W_{1\%}, (3)$$

где K_w – емкостный коэффициент, отражающий вместимость водоема 1 %-ый сток внешних вод, $W_{ВДХ}$ – объем водохранилища, $W_{1\%}$ – объем стока;

$$K_h = h / 0,3H, (4)$$

где K_h – коэффициент, отражающий превышение уровня воды при прорыве плотины над бытовым уровнем, H – напор воды (разница между верхним и нижним бьефом), h – максимальный бытовой уровень, равный 2,5 [13].

В связи с отсутствием гидрологических характеристик и технических паспортов большинства объектов оценки, для определения недостающих расчетных показателей нами использовались программные средства ГИС.

Для построения модели оценки опасности ГТС предварительно были созданы карты, отражающие средние величины частных морфометрических характеристик ГТС по муниципальным районам Воронежской области и позволяющие выявить, в общих чертах, географические закономерности в их пространственном распределении: средние площади водосборов, средние объемы накопленной в водоемах водной массы, удаленность от территорий сельских населенных пунктов. Недостающие количественные показатели, входящие в расчетные формулы (1), (2) и (3) были получены из цифровой модели рельефа, построенной при помощи приложения Vertical Mapper 3.0 к ГИС-пакету MapInfo Professional 9.0 с использованием аналитических операторов Point Inspection, Line Inspection и Region Inspection и автоматически за-

писаны в базу данных по потенциально опасным объектам. Далее рассчитывались интегральные показатели – коэффициент, характеризующий степень влияния опасного ГТС на селитебные территории (за границу селитебной территории бралась граница начала жилых, производственных и нежилых построек без учета землеотвода по генеральному плану) (K_L), коэффициент, определяющий степень удержания стока талых внешних вод плотиной (K_w) и коэффициент, определяющий превышение прорывного уровня воды над максимальным природным бытовым уровнем (K_h) по формулам (1), (3) и (4). По приведенным формулам были произведены расчеты частных коэффициентов опасности разрушения некапитальных ГТС во время прохождения половодья 1 % - обеспеченности. Коэффициенты рассматривались как равнозначные факторы и оценивались в одинаковых количественных диапазонах, что обеспечило их сравнимость и облегчило расчет интегрального коэффициента эколого-гидрологической опасности. Для их картографирования избрана ступенчатая равномерная шкала количественных значений коэффициентов, которым присвоены качественные характеристики степени опасности (таблица 2).

По полученным частным показателям были построены тематические карты, представленные на рисунках 2, 3 и 4.

По данным частных коэффициентов был рассчитан интегральный показатель эколого-гидрологической опасности (рис. 5) как среднее взвешенное значение. В его пространственном распределении отчетливо прослеживается следующая закономерность. Отсутствие опасных ГТС отмечено в Верхнемамонском, Каменском, Подгоренском и Ольховатском муниципальных районах, которые образуют ядро в юго-восточной части области. При общем количестве ГТС в этих районах 240 единиц все объекты имеют незначительные размеры (суммарная площадь водного зеркала составляет

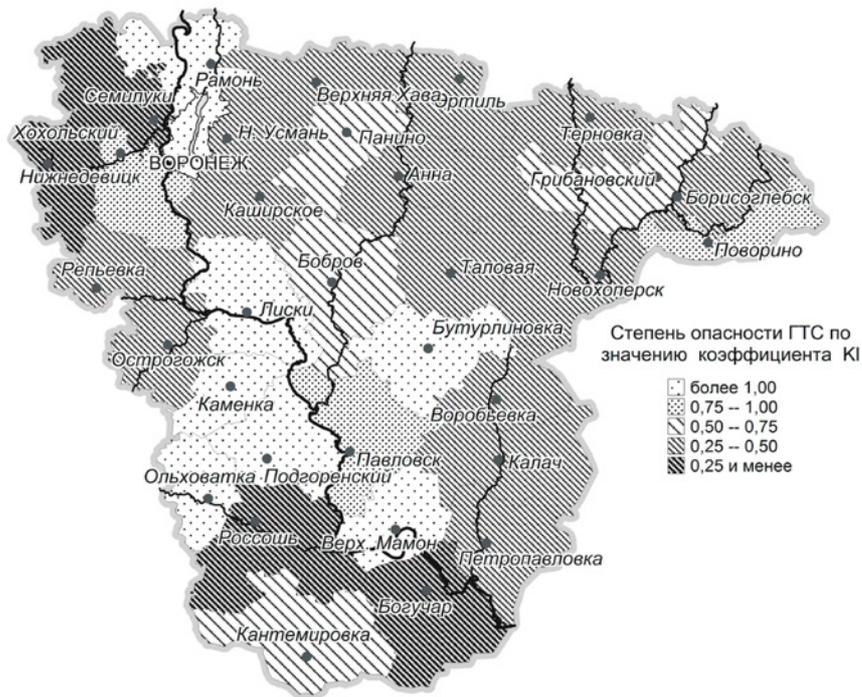


Рис. 2. Эколого-гидрологическая опасность по значению коэффициента K_1

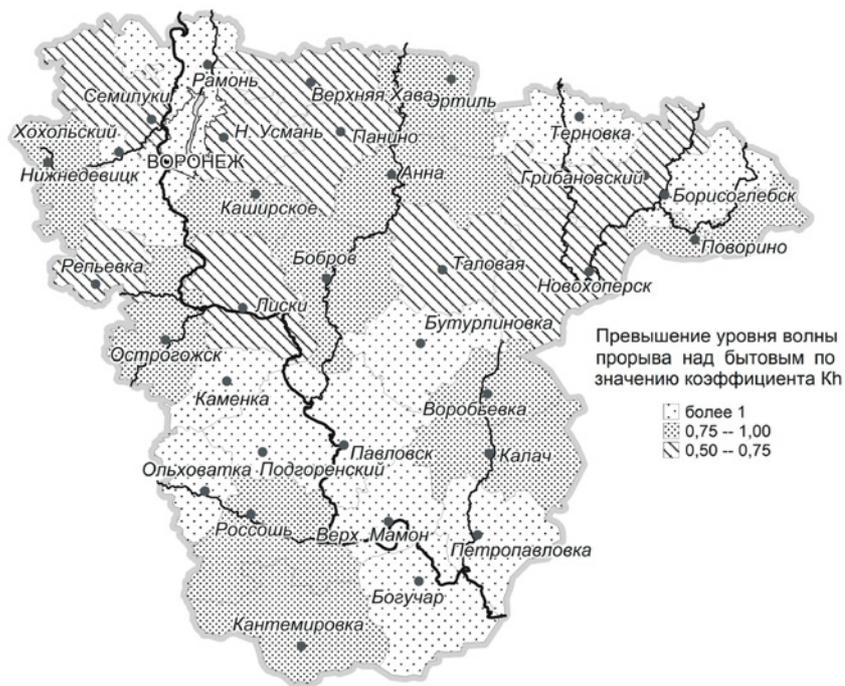


Рис. 3. Эколого-гидрологическая опасность по значению коэффициента K_2

всего 5,7 км²), объем накопленной водной массы и, даже располагая около населенных пунктов, в случае разрушения плотины сколько-нибудь значительной опасности для населения не представляют. В смежных с выше перечисленными районами Богучарском, Калачеевском и Россошанском интегральный показатель опасности лежит в пре-

делах от 0,75 до 1,00, что соответствует незначительной и умеренной степени влияния водоемов на прилегающие территории. В северной части области аналогичная ситуация отмечается в Рамонском муниципальном районе. Наибольшую опасность представляют ГТС, расположенные в субширотной полосе, включающей Новоусманский,

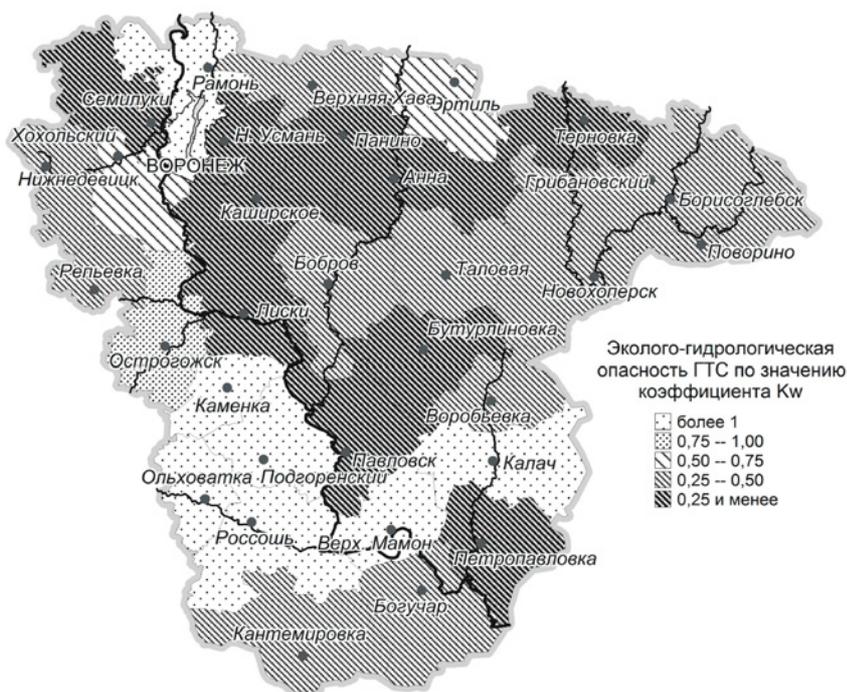


Рис. 4. Эколого-гидрологическая опасность по значению коэффициента K_w

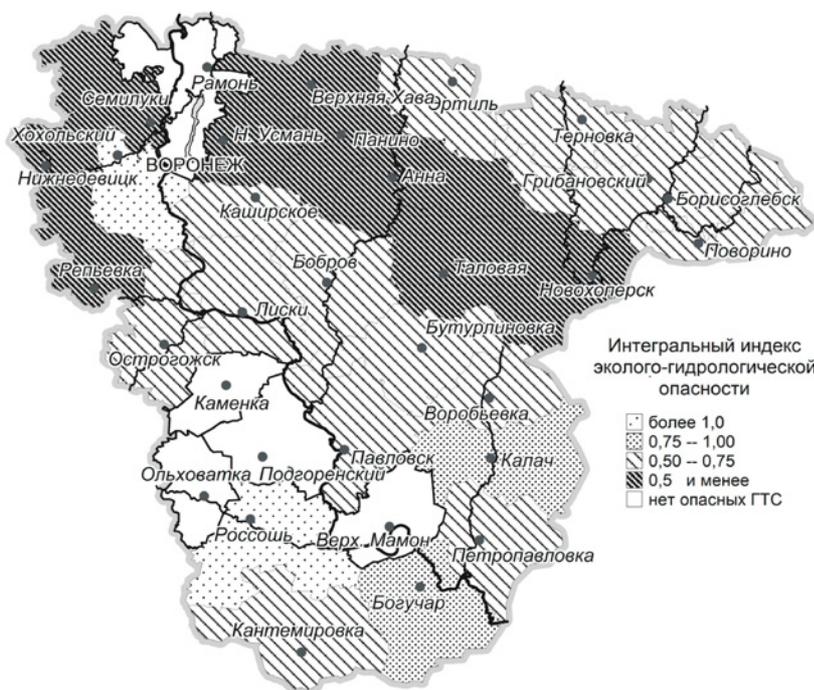


Рис. 5. Интегральный индекс эколого-гидрологической опасности

Верхнехавский, Панинский, Аннинский, Таловский и Новохоперский муниципальные районы со значением интегрального показателя от 0,5 и менее, что соответствует градации сильного влияния ГТС на окружающие пространства в случае разрушения плотин. На западе области такие же значения интегрального показателя имеются в мери-

диональной полосе включающей Репьевский, Нижнедевицкий и Семилукский муниципальные районы. Здесь высокие значения степени опасности формируются за счет наличия 47 опасных ГТС в субширотной полосе и 10 ГТС – в меридиональной, внесенных в список Ростехнадзора как потенциально опасные объекты. Для них характерны

неблагоприятные значения коэффициентов удержания стока талых вешних вод плотиной, превышения прорывного уровня воды над максимальным природным бытовым уровнем, а также близости населенных мест.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балдина Е. А. Изучение и картографирование динамики геосистем средствами ГИС / Е. А. Балдина, И. А. Лабутина // География, общество, окружающая среда. – Москва : Городец, 2004. – Т. 7 : Картография, геоинформатика, аэрокосмическое зондирование. – С. 378-397.
2. Езерский О. Е. Обеспеченность паводков при проектировании русловых гидроузлов на малых реках / О. Е. Езерский // Гидротехника и мелиорация. – 1979. – № 11. – С. 31-33.
3. Краткие справочные данные о ЧС техногенного, антропогенного и природного происхождения. – Москва : штаб ГО РФ, 1990. – 117 с.
4. Курдов А. Г. Водные ресурсы Воронежской области : формирование, антропогенное воздействие, охрана и расчеты / А. Г. Курдов. – Воронеж : Издательство Воронежского государственного университета, 1995. – 224 с.
5. Лиштван Л. Л. Определение зоны затопления при прохождении прорывной волны / Л. Л. Лиштван // Гидротехника и мелиорация. – 1981. – № 4. – С. 37-38.
6. Лурье И. К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков / И. К. Лурье. – Москва : Книжный дом Университет, 2008. – 424 с.
7. Минников И. В. Геоинформационная оценка опасности некапитальных низконапорных гидротехнических сооружений Воронежской области / И. В. Минников, Ю. А. Нестеров // Географические проблемы сбалансированного развития староосвоенных регионов : материалы 3 Международной научно-практической конференции. – Брянск : Курсив, 2013. – С. 190-196.
8. Михно В. Б. Ландшафтно-экологические особенности водохранилищ и прудов Воронежской области / В. Б. Михно, А. И. Добров; под ред. В. Б. Михно. – Воронеж : Издательство Воронежского государственного педагогического университета, 2000. – 185 с.
9. Мишон В. М. Снежные ресурсы и местный сток. Закономерности формирования и методы расчета / В. М. Мишон. – Воронеж : Издательство Воронежского государственного университета, 1988. – 192 с.
10. Нестеров Ю. А. Инвентаризация водных антропогенных ландшафтов с использованием материалов дистанционного зондирования (на примере Воронежской области) / Ю. А. Нестеров, Д. А. Иванов, Д. В. Сарычев // Геоинформационное картографирование в регионах России : материалы V Всероссийской научно-практической конференции. – Воронеж : Цифровая полиграфия, 2013. – С. 105-109.

11. Пьянзин М. П. Чрезвычайные ситуации (источники, прогноз, защита) : учебное пособие / М. П. Пьянзин, А. Ф. Борисов. – Нижний Новгород : Вента, 2004. – 135 с.
12. Разиньков Н. Д. Геоэкологические риски возникновения чрезвычайных ситуаций на гидротехнических сооружениях Воронежской области : автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Н. Д. Разиньков. – Воронеж. 2006. – 28 с.
13. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Ленинград : Гидрометиздат, 1973. – Т. 7 : Донской район. – 368 с.
14. Сухарев И. П. Пруды Центрально-Черноземной полосы / И. П. Сухарев, Г. С. Пашнев. – Воронеж : Центрально-Черноземное книжное издательство, 1968. – 160 с.
15. Сухарев И. П. Регулирование и использование местного стока / И. П. Сухарев. – Москва : Колос, 1967. – 191 с.
16. Федеральный Закон № 117 «О безопасности гидротехнических сооружений» от 21.07.1997.
17. Эколого-географический Атлас-книга Воронежской области / под ред. В. И. Федотова. – Воронеж : Издательство Воронежского государственного университета, 2013. – 514 с.

REFERENCES

1. Baldina E. A. Izuchenie i kartografirovaniye dinamiki geosistem sredstvami GIS / E. A. Baldina, I. A. Labutina // Geografiya, obshchestvo, okruzhayushchaya sreda. – Moskva : Gorodets, 2004. – T. 7 : Kartografiya, geoinformatika, aerokosmicheskoe zondirovaniye. – S. 378-397.
2. Ezerskiy O. E. Obespechennost' pavodkov pri proektirovaniy ruslovykh gidrouzlov na malykh rekakh / O. E. Ezerskiy // Gidrotekhnika i melioratsiya. – 1979. – № 11. – S. 31-33.
3. Kratkie spravochnye dannye o ChS tekhnogennogo, antropogennogo i prirodnogo proiskhozhdeniya. – Moskva : shtab GO RF, 1990. – 117 s.
4. Kurdiv A. G. Vodnye resursy Voronezhskoy oblasti : formirovaniye, antropogennoye vozdeystviye, okhrana i raschety / A. G. Kurdiv. – Voronezh : Izdatel'stvo Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta, 1995. – 224 s.
5. Lishtvan L. L. Opredeleniye zony zatopleniya pri prokhozhdenii proryvnoy volny / L. L. Lishtvan // Gidrotekhnika i melioratsiya. – 1981. – № 4. – S. 37-38.
6. Lur'e I. K. Geoinformatsionnoye kartografirovaniye. Metody geoinformatiki i tsifrovoy obrabotki kosmicheskikh snimkov / I. K. Lur'e. – Moskva : Knizhnyy dom Universitet, 2008. – 424 s.
7. Minnikov I. V. Geoinformatsionnaya otsenka opasnosti nekapital'nykh nizkonapornykh gidrotekhnicheskikh sooruzheniy Voronezhskoy oblasti / I. V. Minnikov, Yu. A. Nesterov // Geograficheskie problemy sbalansirovannogo razvitiya staroosvoennykh regionov : materialy 3 Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Bryansk : Kursiv, 2013. – S. 190-196.

8. Mikhno V. B. Landshaftno-ekologicheskie osobennosti vodokhranilishch i prudov Voronezhskoy oblasti / V. B. Mikhno, A. I. Dobrov; pod red. V. B. Mikhno. – Voronezh : Izdatel'stvo Voronezhskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta, 2000. – 185 s.

9. Mishon V. M. Snezhnye resursy i mestnyy stok. Zakonomernosti formirovaniya i metody rascheta / V. M. Mishon. – Voronezh : Izdatel'stvo Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta, 1988. – 192 s.

10. Nesterov Yu. A. Inventarizatsiya vodnykh antropogennykh landshaftov s ispol'zovaniem materialov distantsionnogo zondirovaniya (na primere Voronezhskoy oblasti) / Yu. A. Nesterov, D. A. Ivanov, D. V. Sarychev // Geoinformatsionnoe kartografirovaniye v regionakh Rossii : materialy V sserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Voronezh : Tsifrovaya poligrafiya, 2013. – S. 105-109.

11. P'yanzin M. P. Chrezvychaynye situatsii (istochniki, prognoz, zashchita) : uchebnoe posobie / M. P. P'yanzin, A. F. Borisov. – Nizhniy Novgorod : Venta, 2004. – 135 s.

12. Razin'kov N. D. Geoekologicheskie riski voznikoveniya chrezvychaynykh situatsiy na gidrotekhnicheskikh sooruzheniyakh Voronezhskoy oblasti : avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk / N. D. Razin'kov. – Voronezh. 2006. – 28 s.

13. Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. – Leningrad : Gidrometizdat, 1973. – T. 7 : Donskoy rayon. – 368 s.

14. Sukharev I. P. Prudy Tsentral'no-Chernozemnoy polosy / I. P. Sukharev, G. S. Pashnev. – Voronezh : Tsentral'no-Chernozemnoe knizhnoe izdatel'stvo, 1968. – 160 s.

15. Sukharev I. P. Regulirovanie i ispol'zovanie mestnogo stoka / I. P. Sukharev. – Moskva : Kolos, 1967. – 191 s.

16. Federal'nyy Zakon № 117 «O bezopasnosti gidrotekhnicheskikh sooruzheniy» ot 21.07.1997.

17. Ekologo-geograficheskii Atlas-kniga Voronezhskoy oblasti / pod red. V. I. Fedotova. – Voronezh : Izdatel'stvo Voronezhskogo gosuniversiteta, 2013. – 514 s.

Минников Иван Васильевич

аспирант кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (473) 266-56-54, E-mail: qiperq57@mail.ru

Сарычев Дмитрий Владимирович

аспирант кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (473) 266-56-54, E-mail: sarychev.geo@gmail.com

Нестеров Юрий Анатольевич

кандидат географических наук, доцент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (473) 266-56-54, E-mail: nland58@mail.ru

Minnikov Ivan Vasilyevitch

Postgraduate student of the chair of geoecology and monitoring of environment of the department of geography, geoecology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. (473) 266-56-54, E-mail: qiperq57@mail.ru

Sarychev Dmitriy Vladimirovich

Postgraduate student of the chair of geoecology and monitoring of environment of the department of geography, geoecology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. (473) 266-56-54, E-mail: sarychev.geo@gmail.com

Nesterov Yuriy Anatolyevitch

Candidate of Geography, assistant professor of the chair of geoecology and monitoring of environment of the department of geography, geoecology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. (473) 266-56-54, E-mail: nland58@mail.ru