

Оригинальная статья

УДК 502/504:656

DOI: 10.26897/1997-6011-2021-2-110-117

АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА НА ОСНОВЕ КРАТКОСРОЧНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА УРОВНЕМ ГРУНТОВЫХ ВОД

БАЙДАКОВА ЕЛЕНА ВАЛЕНТИНОВНА , канд. техн. наук, доцент
elena_baydakova@mail.ru

ЗВЕРЕВА ЛЮДМИЛА АЛЕКСЕЕВНА, доцент
l.zvereva51@yandex.ru

КРОВОПУСКОВА ВАЛЕНТИНА НИКОЛАЕВНА, старший преподаватель
032033@rambler.ru

Брянский государственный аграрный университет; 243365, Брянск, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, Советская, 2а. Россия

Рассматриваемая тематика исследований отражает аспекты кинетики подземных вод – грунтовых вод, формирующихся в верхних безнапорных водоносных горизонтах. Материал статьи имеет научно-методический характер, характеризует суть новой разработанной методики расчёта по установлению размеров мощности первого водоносного горизонта (глубины залегания его подошвы – глубины водоупора). Раскрывается суть проблемной задачи и пути её решения посредством усовершенствования существующей методики расчёта, основанной на обработке материалов многолетних наблюдений за режимом глубины грунтовых вод. Особое внимание уделено изложению математической основы для исполнения расчёта, приводится его структура и порядок выполнения. В начале содержательной части приводятся современное состояние вопроса, актуальность темы и её новизна, которая заключается в использовании краткосрочных наблюдений за режимом глубины грунтовых вод. В завершающей части приводятся результаты предварительной практической апробации расчётной методики в условиях Брянской области на конкретных материалах реальных многолетних наблюдений за режимом глубины грунтовых вод. В заключении дается анализ результатов исследований и изложены рекомендации по использованию разработанной методики на практике водохозяйственного и гидротехнического строительства.

Ключевые слова: первый безнапорный водоносный горизонт, мощность водоносного горизонта, глубина водоупора, уровень грунтовых вод, наблюдательная скважина, наблюдения за режимом глубины грунтовых вод, глубина потока грунтовых вод

Формат цитирования: Байдакова Е.В., Зверева Л.А., Кривоускова В.Н. Аналитический метод определения мощности водоносного горизонта на основе краткосрочных наблюдений за уровнем грунтовых вод // Природообустройство. – 2021. – № 2. – С. 110-117. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-2-110-117.

© Байдакова Е.В., Зверева Л.А., Кривоускова В.Н., 2021

Original article

ANALYTICAL METHOD OF DETERMINING THE CAPACITY OF AN AQUIFER BASED ON SHORT-TERM OBSERVATIONS OF THE GROUND WATER LEVEL

BAYDAKOVA ELENA VALENTINOVNA , candidate of technical sciences, associate professor
elena_baydakova@mail.ru

ZVEREVA LYUDMILA ALEKSEEVNA, associate professor
l.zvereva51@yandex.ru

KROVOPUSKOVA VALENTINA NIKOLAEVNA, senior lecturer

032033@rambler.ru

Bryansk state agrarian university; 243365, Bryans area, Vygonichsky region, village Kokino, ul. Sovetskaya, 2a. Russia

The research subject under consideration reflects the aspects of the underground water kinetics – ground water formed in the upper non-pressure aquifers. The material of the article is of a scientific and methodological nature, it characterizes the essence of the new developed calculation method – to determine the size of the capacity of the first aquifer (the depth of its bottom – the depth of the confining layer). The article reveals the essence of the problem and the ways of its solution – by improving the existing calculation method based on the processing the materials of long-term observations over the regime of ground water depth. Special attention is paid to the presentation of the mathematical basis for the execution of the calculation; its structure and order of execution are given. At the beginning of the substantial part there is given the current state of the matter, the relevance of the theme and its newness that is to use short-term observation over the regime of the groundwater depth. In the final part there is given the analysis of the results of preliminary practical approbation of computational techniques in the Bryansk area – on the specific materials of real long-term observations over the regime of the depth of groundwater. In conclusion, the analysis of the research results and recommendations on the use of the developed methodology in the practice of water management and hydraulic engineering construction is given.

Keywords: *the first unconfined aquifer, capacity of the confined aquifer, the depth of the confined layer, the groundwater level, observation well, observations over the ground water regime, the depth of the groundwater flow*

Format of citation: *Baydakova E.V., Zvereva L.A., Krovopuskova V.N. Analytical method of determining the capacity of an aquifer based on short-term observations of the ground water level // Prirodoobustrojstvo. – 2021. – № 2. – S. 110-117. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-2-110-117.*

Введение. Размер мощности водоносного горизонта (глубина водоупора), а также глубина потока грунтовых вод являются ключевыми расчётными цифровыми показателями в большинстве формул, используемых в области гидродинамики подземных вод [1, 2]. Оценка этих показателей водоносного горизонта является важным вопросом гидрогеологических изысканий как при реализации различных проектов в области гидротехнического строительства и гидромелиорации земель [3], так и при обосновании мероприятий ландшафтно-экологического характера [4, 5].

Существующие методы установления глубины залегания водоупора имеют по сути визуальный, то есть «геометрический» характер. Иначе говоря, мощность водоносного пласта оценивается по литологическому строению – на основе геолого-технических разрезов разведывательных скважин и площадных обобщающих геологических колонок, получаемых при проведении соответствующих изысканий [6]. Такие методы установления мощности водоносных пластов носят довольно условный характер и имеют много недостатков по таким причинам, как:

- большая нечёткость и условность понятия того, какой пласт считать «водоупором» (существует неопределённость: по каким породам и цифровым показателям их свойств считать грунт водоупорным);

- наличие большой изменчивости мощности геологических пластов по площади исследуемой территории.

Предлагаемый аналитический метод может быть полезным в ряде случаев при решении данной проблемы, так как теоретическая математическая основа метода нивелирует и сглаживает вышеуказанные недостатки. Иначе говоря, расчётный результат размера глубины водоупора получается «средневзвешенным» и приближается к его истинному теоретическому значению.

Данная методика использования краткосрочных наблюдений основана на существующей методике, которая решает эту задачу посредством обработки результатов многолетних наблюдений за режимом глубины грунтовых вод [7]. Эта методика является малоприменимой на практике, так как при проектировании водохозяйственных объектов в большинстве случаев многолетние наблюдения обычно отсутствуют.

Предлагаемая новая методика расчёта глубины водоупора предусматривает сокращение требуемого периода наблюдений до сроков, сопоставимых с периодом проведения предпроектных изысканий (до двух лет). Такой отрезок времени будет вполне достаточным для организации и проведения наблюдений за грунтовыми водами по краткосрочной программе и в итоге

позволит своевременно получить необходимую информацию для проектировщиков.

Материал и методы. Проработанная расчётная методика использует в своей основе существующую математическую модель [7] – уравнение экспоненциального типа, которое достаточно точно описывает изменчивость уровня грунтовых вод (Z_c , см) во времени (t , сут.):

$$Z_c = \frac{Z_\infty}{1 + \frac{Z_\infty - Z_0}{Z_0} \cdot e^{-\mu t}}, \text{ см,} \quad (1)$$

где Z_∞ , Z_0 – глубина стабилизации уровня грунтовых вод, соответственно в начале и конце расчётного периода – в координатной системе (Z ; t); μ – удельная скорость изменения уровня грунтовых вод, $1/\text{сут}$.

Графическая иллюстрация получения уравнения $Z_c = f(t)$, описывающего кинетику уровня грунтовых вод (на примере его спада), изображена на рисунке 1, где жирными точками отмечены уровни грунтовых вод, получаемые по данным наблюдательной скважины.

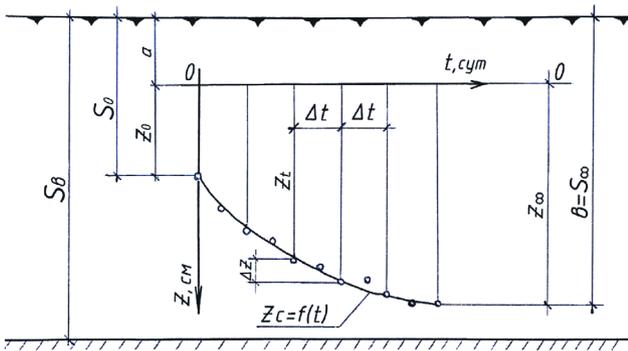


Рис. 1. Кинетическая схема спада уровня грунтовых вод

Fig. 1. Kinetic scheme of groundwater level drop

Для получения конкретных уравнений (1), описывающих кривые спадов или подъёмов уровня грунтовых вод, необходимо определять соответствующие параметры уравнения (1) – Z_∞ , z_0 , μ , а скоростной коэффициент (μ) определяется для двух характерных случаев:

1. Для расчётных периодов в весенне-осенние и летние сезоны года, когда скорость изменения УГВ обусловлена большинством факторов, а именно: стеканием грунтовых вод по водоупору ($\mu_B \cdot H_B$), процессами инфильтрации (I) и испарением ($И$), то есть когда $\mu = \mu_B \cdot H_B + I + Д$.

2. Для зимнего периода, когда имеет место только процесс «чистого стекания» грунтовых вод по водоупору, то есть когда $\mu = \mu_B \cdot H_B$.

Для определения параметров (Z_∞ , z_0 , μ) в уравнении (1) используется математический метод линеаризации функции посредством использования вспомогательной функции (2):

$$\Psi = f(Z) = \frac{Z_{t+\Delta t} - Z_t}{Z_{t+\Delta t}}, \quad (2)$$

для чего производится разбишка расчётного периода на элементарные одинаковые временные интервалы (Δt), а изменения уровня грунтовых вод (Δz) – на соответствующие элементарные отрезки.

Параметр (z_0) устанавливается методом подбора – посредством корректировки интервалов (Δz), добиваясь прямолинейности вспомогательной функции: $\psi = f(z)$. Графическая иллюстрация исполняемых расчётных действий показана на рисунке 2 – на примере спада УГВ.

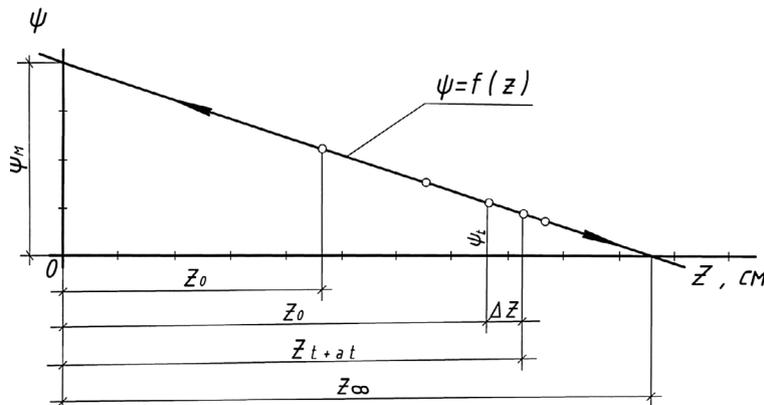


Рис. 2. Графическое определение параметров Ψ_m и Z_∞ при спадах уровня грунтовых вод

Fig. 2. Graphical definition of parameters Ψ_m and Z_∞ at the drops of the groundwater level

По интервалу времени (Δt) и графически найденному параметру (Ψ_M) определяется удельная скорость изменения УГВ по формуле (3):

$$\mu = -\frac{\ln(1 - \Psi_M)}{\Delta t} \quad (3)$$

После подстановки расчётных параметров в исходное уравнение (1) производится проверка результатов расчёта посредством определения значений (Z_c) для всех временных интервалов (Δt). Расчётная кривая $Z_c = f(t)$ должна максимально совпадать с исходной кривой (рис. 1), построенной на основе данных экспериментальных наблюдений. Только после этого контрольного действия выполняется итоговый этап расчёта, который заключается в графическом определении глубины залегания водоупора (S_B). Для исполнения графической части расчёта строятся три графика зависимости

$$S_0 - Z_0 = f(S_\infty) = K \cdot S_\infty \quad (4)$$

имеющих уравнения прямых линий (рис. 3), а именно:

1. График теоретической прямой $S_0 - Z_0 = K_1 \cdot S_\infty$ для случая, когда отсутствует сток грунтовых вод по водоупору. В этом частном случае в уравнении (1) параметр $\mu = 0$, а угловой коэффициент в уравнении (4) – $K_1 = 1,0$, то есть угол (α), необходимый для построения графика $S_0 - Z_0 = 1,0 \cdot S_\infty$ будет равен 45° .

2. График расчётной «рабочей» прямой $S_0 - Z_0 = f_1(S_\infty)$, который строится по расчётным точкам, получаемым на основе обработки результатов экспериментальных наблюдений зимнего периода (на рисунке 3 – по точкам 1, 2 и 3). В этом частном случае в уравнении (1) $\mu = \mu_B \cdot H_B$, а угловой коэффициент (K) в уравнении (4) для построения графика не требуется.

3. Дополнительный контрольный график – график контрольной прямой: $S_0 - Z_0 = f_2(S_\infty)$, который строится аналогично «рабочей» прямой – по материалам наблюдений весенне-летнего расчётного периода (на рисунке 3 – по точкам 4 и 5). Для этого расчётного периода в уравнении (1) параметр (μ): $\mu = \mu_B \cdot H_B + \mathbf{I} + \mathbf{D}$, а угловой коэффициент (K) в уравнении (4) для построения графика также не требуется. Контролем, то есть подтверждением правильности хода расчёта, в данном случае является то, что эта прямая должна пройти через точку «А» (рис. 3). Перпендикуляр, опущенный из точки «А» на ось абсцисс,

даёт на ней конечный результат – размер глубины залегания водоупора (S_B).

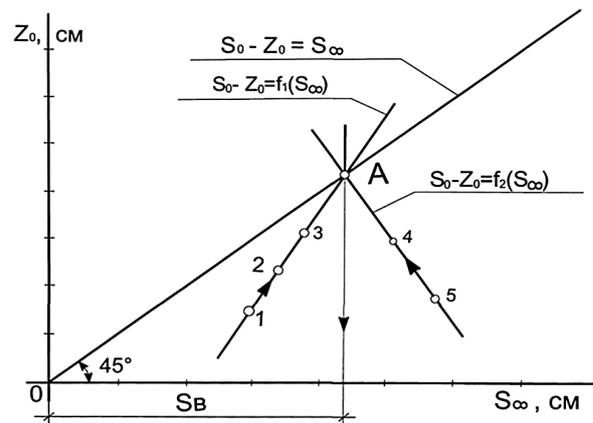


Рис. 3. Графическое определение глубины залегания водоупора

Fig. 3. Graphic definition of the depth of the confining level

Результаты и обсуждение. Разработанная методика расчёта была апробирована на основе реальных экспериментальных материалов [8] – материалов многолетних наблюдений за грунтовыми водами в наблюдательных скважинах, расположенных в различных районах Брянской области (периоды наблюдений – 1976...1985 гг., периодичность наблюдений – 5 сут.). В данной методике расчёта в качестве периодов кратковременных наблюдений использовались отдельные фрагменты многолетних наблюдений продолжительностью 12...18 мес. – с характерно выраженными периодами как спадов, так и подъёмов уровня грунтовых вод. Дополнительно одновременно, с целью сравнения результатов, производился расчёт глубины водоупора по существующей методике [7], основанной на обработке материалов многолетних наблюдений. Ниже в качестве примера исполнения и оформления расчёта по одной из наблюдательных скважин приводятся:

1. В таблице 1 – конечный результат (S_B) и расчётные показатели базового уравнения (1).

2. На рисунке 4 – графическая иллюстрация конечного этапа расчёта – графического определения глубины водоупора (S_B).

В таблице 2 приводятся конечные результаты исследований по аналитическому установлению глубины залегания водоупора на основе обработки материалов регулярных многолетних наблюдений (по четырём наблюдательным скважинам в условиях Брянской области [8]).

Таблица 1

Результаты расчёта глубины водоупора по данным наблюдательной скважины
в н.п. Жуковка Брянской области

Table 1

The results of the calculation of the depth of the confining layer according
to the observation well in the Zhukovka town of the Bryansk region

Расчётные периоды и годы наблюдений <i>Rated periods and years of observations</i>	Обозначение расчётных точек <i>Designation of rated points</i>	S_0 , см	Z_0 , см	$\mu_1 H_{BB}$, л/сут.		$\mu_1 H_{BB} + И - Д$, л/сут.	Z_∞ , см	$S_0 - Z_0$, см	S_∞ , см	S_B , см
				По расчёту <i>According to the calculation</i>	принятое (среднее (average)					
а) периоды зимних спадов уровней грунтовых вод <i>a) periods of winter drops of groundwater levels</i>										
13/Л...15/Л, 1983 г.	0	460	3	0,135		-	24	457	481	740
1/Л...25/Л, 1983 г.	1	475	24	0,169		-	53	451	504	
4/Л...4/Л, 1984 г.	2	498	1	0,164	0,160	-	13	497	510	
5/Л...29/Л, 1984 г.	3	500	15	0,147		-	29	485	514	
5/Л...10/Л, 1985 г.	4	534	7	0,183		-	17	527	544	
б) периоды весенне-летних подъёмов уровней грунтовых вод <i>b) periods of spring-summer rise of groundwater levels</i>										
16/Л...14/Л, 1984 г.	5	520	45	-	0,160	0,0135	154	475	629	740
6/Л...24/Л, 1983 г.	6	475	65	-	0,160	0,0180	195	410	605	

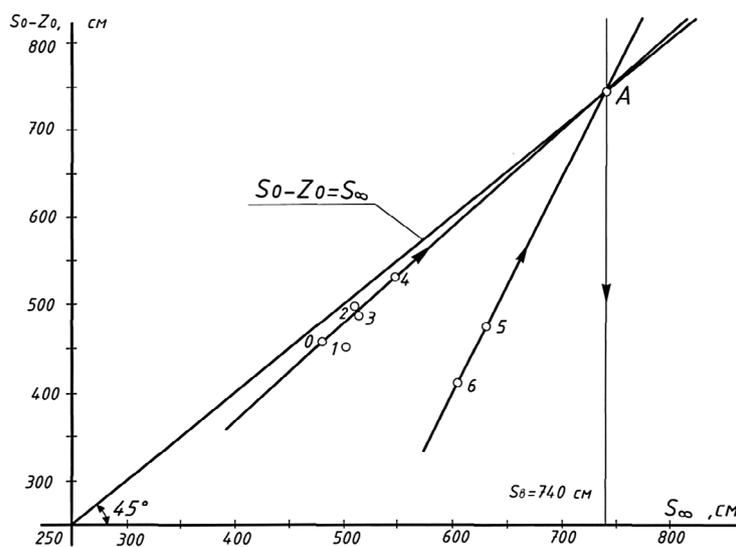


Рис. 4. Определение глубины водоупора
в районе наблюдательной скважины № 25Д
(н.п. Жуковка Брянской области)

Fig. 4. Determination of the depth of the confining layer
in the area of the observation well № 25D
(town Zhukovka of the Bryansk region)

Предварительная апробация разработанной методики расчёта на материалах реальных наблюдений показывает, что данная методика может быть вполне пригодной для практического применения. Сопоставление полученных результатов с результатами

других существующих методов (табл. 2) указывает в целом на незначительное расхождение результатов, то есть на достаточную приемлемость использования предлагаемой методики при относительно небольшом (12...18 мес.) периоде экспериментальных наблюдений.

**Результаты расчёта глубины водоупора
по данным наблюдательных скважин Брянской области**

Table 2

**The results of the calculation of the depth of the confining layer according
to the observation wells of the Bryansk region**

№ п/п	Местоположение наблюдательной скважины <i>Location of the observation well</i>	Методы установления глубины водоупора <i>Methods of setting the depth of the confining layer</i>			
		по техни- ческому паспорту скважины S_B , см <i>according to the techni- cal passport</i>	по сущ. расчётн. методике многолетних наблюд. – S_B , см <i>according to the existing rated method of long-term observations</i>	по данной методике краткосрочных наблюдений <i>according to the method of short-term observations</i>	
				расчётные периоды и годы наблюдений <i>rated periods and years of observations</i>	глубина водоу- пора S_B , см <i>the depth of the con- fining layer</i>
1	н.п. Карачев, набл. скв. № 1 <i>Karachev, observ. well № 1</i>	950	1095	11/ХІІ-77...20/ІV-79 г	1050
2	н.п. Унеча, метеостанция <i>Unecha, meteorological station</i>	830	710	15/І-82 г...15/ІІІ-83 г	710
3	н.п. Глазово, набл. колодец № 2 <i>Glazovo, observ. Well № 1</i>	190	135	1/І-78...25/VI-79 г	130
4	н.п. Жуковка, набл. скваж. № 25Д <i>Zhukovka, observ. well № 25D</i>	730	750	1/ХІІ-83...10/І-85 г	740

Выводы

Важным условием для обеспечения достоверности данного расчёта является наличие достаточной изменчивости уровня грунтовых вод во времени, то есть должно быть наличие отдельных периодов с явно выраженными спадами и подъёмами уровня. Малоизменяемый, то есть стабильный режим глубины грунтовых вод, может оказаться непригодным для выполнения данного расчёта. Слабая изменчивость уровня грунтовых вод может быть обусловлена метеоусловиями конкретного года, когда будет преобладать «нулевой» баланс грунтовых вод: в случае равновесия между стеканием грунтовых вод по водоупору и их восполнением («инфильтрация минус испарение»). При использовании методики многолетних наблюдений [9, 10] эти периоды обычно исключаются из рассмотрения. Для обеспечения достаточной надёжности расчёта, при организации экспериментальных наблюдений, рекомендуются обеспечение и выполнение следующих условий и требований:

1. Минимальная продолжительность периода краткосрочных наблюдений должна составлять не менее 12...18 мес., а их периодичность – не более 3...5 сут.

2. Период наблюдений должен охватывать не менее двух зимних сезонов, то есть наиболее оптимальным началом периода наблюдений является конец осеннего сезона.

3. Строительная глубина наблюдательных скважин должна охватывать всю амплитуду колебаний уровня грунтовых вод.

4. Материалы краткосрочных наблюдений в итоге должны иметь не менее:

- двух...трёх расчётных периодов с хорошо выраженными спадами уровня грунтовых вод в зимние сезоны года;

- двух...трёх расчётных периодов с явно выраженными подъёмами уровня грунтовых вод в весенне-летние сезоны года.

5. Продолжительность вышеуказанных характерных расчётных периодов (фрагментов наблюдений) должна составлять не менее 15...20 сут.

Анализ результатов практической апробации разработанной методики расчёта позволил сделать следующие выводы и дать рекомендации.

1. Сокращение продолжительности экспериментальных наблюдений за режимом глубины грунтовых вод до 1...2 лет указывает на достаточную приемлемость использования данной методики расчёта в практике водохозяйственного строительства при проведении как инженерных, так научных исследований, а именно:

- при производстве проектно-изыскательских работ – при исследовании гидрогеологических условий для обоснования проектных решений;

- при изучении и исследовании водного баланса верхних безнапорных водоносных пластов;

- при оценке влагозапасов подземных вод в случаях как отсутствия, так и недостаточности гидрогеологических изысканий.

2. В отдельных случаях предлагаемая методика может не требовать специальных работ и больших затрат по организации и проведению экспериментальных наблюдений. Например, при проведении предпроектных изысканий разведывательные буровые скважины могут быть использованы в дальнейшем как наблюдательные скважины. Для этого потре-

буется только соответствующая их доработка до конструкции временных наблюдательных скважин (согласно стандарту проведения временных или краткосрочных наблюдений).

3. Основным недостатком данной методики расчёта, когда её применение может быть невозможным, является малоизменчивый режим глубины грунтовых вод, то есть когда имеет место постоянство глубины грунтовых вод в течение длительного времени. Для решения этой проблемы, когда причиной «стабильности» являются метеоусловия конкретного года, можно рекомендовать только продление периода краткосрочных наблюдений.

Библиографический список

1. Шестаков В.М. Динамика подземных вод. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – 368 с.
2. Кац Д.М., Шестаков В.М. Мелиоративная гидрогеология. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 296 с.
3. Мелиорация: Энциклопедический справочник / Под общ. ред. А.И. Мурашко. – Минск: Белорусская советская энциклопедия, 1984. – 567 с.
4. Маслов Б.С., Минаев И.В. Мелиорация и охрана природы. – М.: «Россельхозиздат», 1985. – 271 с.
5. Отчёт о НИР по теме «Развитие питьевого водоснабжения в сельской местности на базе мелкотрубчатых колодцев в зоне радиоактивного загрязнения». – Брянск: Изд-во БГСХА, 2005. – 173 с.
6. Боровский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. – М.: Недра, 1979. – 326 с.
7. Василенков В.Ф. Моделирование процессов стекания грунтовых вод с водосбора и методы расчетов с.-х. дренажа. – Брянск: БГСХА, 1995. – 250 с.
8. Материалы многолетних наблюдений за режимом глубины грунтовых вод. – Брянск: Брянская геолого-разведывательная партия, 1976-1985.
9. Мелиоративная история Брянщины. Люди и дела / В.Ф. Василенков, С.В. Василенков, Е.В. Байдакова и др. – Брянск: Изд-во Брянского ГАУ, 2018. – 100 с.
10. Бельченко С.А., Наумова М.П., Ковалев В.В. Технологическая модернизация – основа эффективности АПК // Вестник Курской ГСХА. – 2018. – № 7. – С. 127-132.

References

1. Shestakov V.M. Dynamics of underground waters. – M.: MSU Publishing House, 1979. – 368 s.
2. Katz D.M., Shestakov V.M. Meliorative hydrogeology. – M.: MSU Publishing House, 1981. – 296 s.
3. Melioration: An encyclopedic reference / Under the general editorship of A.I. Murashko. – Mn.: Belarusian Soviet Encyclopedia, 1984. – 567 s.
4. Maslov B.S., Minaev I.V. Melioration and nature protection. – Moscow: Rosselkhozizdat, 1985. – 271 s.
5. Research report on the topic: “Development of drinking water supply in rural areas on the basis of small-tube wells in the zone of radioactive contamination”. – Bryansk: Publishing house of the Belarusian State Agricultural Academy, 2005. – 173 s.
6. Borevsky B.V., Samsonov B.G., Yazvin L.S. Methodology for determining the parameters of aquifers based on pumping data. – M.: Nedra, 1979. – 326 s.
7. Vasilenkov V.F. Modeling of the processes of groundwater runoff from the catchment area and methods of calculation of agricultural drainage. – Bryansk: BGSXA, 1995. – 250 p.
8. Materials of long-term observations of the regime of ground water depth. – Bryansk: Bryansk Geological and exploration party, 1976-1985.
9. Meliorative history of the Bryansk region. People and affairs / V.F. Vasilenkov, S.V. Vasilenkov, E.V. Baidakova et al – Bryansk: Publishing House of the Bryansk State University, 2018. – 100 p.
10. Belchenko S.A., Naumova M.P., Kovalev V.V. Technological modernization-the basis of the efficiency of the agroindustrial complex // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – 2018. – No. 7. – pp. 127-132.

Критерии авторства

Байдакова Е.В., Зверева Л.А., Кривоускова В.Н. выполнили практические и теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Байдакова Е.В., Зверева Л.А., Кривоускова В.Н. имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Статья поступила в редакцию 23.02.2021 г.

Одобрена после рецензирования 22.03.2021 г.

Принята к публикации 05.04.2021 г.

Criteria of authorship

Baydakova E.V., Zvereva L.A., Krovopuskova V.N. carried out theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. Baydakova E.V., Zvereva L.A., Krovopuskova V.N. have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

Conflict of interests

The authors state that there are no conflicts of interests

The article was submitted to the editorial office 23.02.2021

Approved after reviewing 22.03.2021

Accepted for publication 05.04.2021

Оригинальная статья

УДК 502/504:556.5

DOI: 10.26897/1997-6011-2021-2-117-124

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТЬ КЫРГЫЗСТАНА

ОСМОНБЕТОВА ДИЛЬБАРА КУБАТОВНА, канд. геогр. наук, доцент

dilbar@inbox.ru

Кыргызский национальный университет им. Ж. Баласагына; 720033, г. Бишкек, ул. Фрунзе, 547, Кыргызстан

Рассматриваются водные ресурсы Кыргызстана, неравномерность распределения водных ресурсов по территории. Проведен сравнительный анализ административно-территориальных единиц страны по нескольким показателям, на основе которого подготовлена карта распределения населения, водных ресурсов и водообеспеченности по областям. Распределение водных ресурсов представлено в таких показателях, как водообеспеченность по территории административно-территориальных единиц и водообеспеченность, приходящаяся на душу населения в год. Представлено описание количественных показателей забора воды, направлений использования водных ресурсов страны по областям: орошаемое земледелие, производственные нужды и коммунально-питьевое водоснабжение. Указаны источники питьевой воды и величина потерь воды, определены основные причины высоких потерь воды. Определены различия северных и южных областей страны по водообеспеченности, соотношение севера и юга страны по использованию воды. Среди областей Кыргызстана более детальная характеристика использования водных ресурсов дана для Чуйской области, которая вносит наибольший вклад в экономику страны.

Ключевые слова: водные ресурсы Кыргызстана, водообеспеченность, распределение водных ресурсов по областям

Формат цитирования: Осмонбетова Д.К. Водные ресурсы и водообеспеченность Кыргызстана // Природообустройство. – 2021. – № 2. – С. 117-124.

DOI: 10.26897/1997-6011-2021-2-117-124.

© Осмонбетова Д.К., 2021

Original article

WATER RESOURCES AND WATER SUPPLY OF KYRGYZSTAN

OSMONBETOVA DILBARA KUBATOVNA, candidate of geographical sciences, associate professor

dilbar@inbox.ru

Kyrgyz National University named after J. Balasagyn; 720033, Bishkek, ul. Frunze, 547. Kyrgyzstan

The water resources of Kyrgyzstan, the uneven distribution of water resources across the territory are considered. A map of the distribution of the population, water resources and water