

УДК 504.4

Оценка сезонного изменения уровня грунтовых вод

Шарапов Р.В.

В работе рассматриваются сезонные изменения уровней грунтовых вод на территории близ Владимирской области. За основу взяты данные ФГУГП «Гидроспецгеология», полученные со скважин в Ивановской, Рязанской и Нижегородской областях. Проанализированы уровни грунтовых вод для предвесеннего, весеннего и осенне-зимнего периодов года. Колебания максимального уровня грунтовых вод существенно различаются по областям. В Нижегородской области уровень сохраняется на близком к минимальному значении, в Ивановской области - меняется в широких диапазонах от минимума к максимуму, в Рязанской области - держится в средней зоне, опускаясь иногда до минимального значения. Тенденции сезонных изменений имеют разнонаправленный характер. По этой причине, прогнозы, составляемые для Владимирской области по данным соседних областей, не являются точными. Для получения адекватной картины о уровне грунтовых вод во Владимирской области и прогнозирования его изменения, необходимо расширение сети наблюдательных станций.

Ключевые слова: вода, подземные воды, грунтовые воды, уровень, сезон, максимальный уровень, коэффициент относительного положения уровня, многолетняя амплитуда.

Evaluation of seasonal changes in groundwater levels

Sharapov R.V.

In paper the seasonal changes in groundwater levels in the area near the Vladimir region are considered. Used data of FGUGP "Gidrospetsgeologiya" produced from wells in the Ivanovo, Ryazan and Nizhny Novgorod regions. We analyzed the levels of groundwater to late-afternoon, spring and autumn-winter period. Fluctuations in the maximum groundwater level significantly varies by region. In the Nizhny Novgorod region is maintained at the level close to the minimum value, in the Ivanovo region - vary widely from a minimum to a maximum, in the Ryazan region - espouse in the middle zone, sometimes dropping to a minimum value. Trends seasonal changes are multidirectional nature. For this reason, the forecasts drawn up for the Vladimir region according to the adjacent areas are not accurate. To obtain an adequate picture of the level of groundwater in the Vladimir region and predict its changes, it is necessary to expand the network of monitoring stations.

Keywords: water, underground water, groundwater, level, the season, the maximum level, the ratio of the relative position of the level, long-term amplitude.

Введение

Грунтовые воды, присутствующие в верхних слоях литосферы, оказывают влияние на многие процессы и объекты. Их высокий уровень вызывает подтопление и заболачивание территорий, разрушение фундаментов, затопление подвальных помещений, гибель деревьев и т.д. Кроме того, изменение уровня грунтовых вод может вызывать активизацию карстово-суффозных процессов [1, 2, 3].

Уровень грунтовых вод в течение года может значительно меняться. Кроме того, в зави-

симости от сложившихся природных условий, могут происходить годовые колебания уровня.

Цель работы – рассмотреть сезонные изменения уровней грунтовых вод на территории близ Владимирской области.

Оценка уровня грунтовых вод

Ежегодно Центр ГМСН ФГУГП «Гидроспецгеология» составляет и публикует прогноз уровней грунтовых вод [4, 5, 6], в котором приводятся данные о уровне вод в прошедшем году и прогнозируемый уровень в текущем.

В настоящий момент собраны данные наблюдений за уровнем грунтовых вод по пунктам государственной опорной наблюдательной сети Роснедра за период более 30 лет. Исходная информация в ФГУПП «Гидроспецгеология» представляется территориальными центрами ГМСН, осуществляющими наблюдение за состоянием грунтовых вод в естественных и слабонарушенных условиях.

Надо заметить, что такие изменения позволяют наблюдать естественное изменение уровней грунтовых вод. Данные, полученные от городских служб и водопотребителей для этих целей не годятся – уровень грунтовых вод в городах и местах водозабора (скважинах) претерпевает существенные изменения и значительно отличается от естественного [7, 8].

К сожалению, при составлении прогнозов непосредственные уровни грунтовых вод во Владимирской области не исследуются. Прогнозы составляются по существующим пунктам наблюдения в Ивановской (скважина 24112407), Рязанской (скважина 61110018) и Нижегородской (скважина 52100010003) областях. Наблюдения проводятся для трех периодов года: предвесеннего, весеннего и осенне-зимнего.

Для оценки состояния грунтовых вод используется ряд показателей: уровень грунтовых вод, коэффициент относительного положения уровня, амплитуда многолетних колебаний уровня.

Коэффициент относительного положения – отношение разности между минимальным за многолетний период и фактическим (прогнозируемым) уровнем грунтовых вод к многолетней амплитуде изменения этого уровня [6]:

$$\lambda = \frac{h_{min} - h_i}{A}$$

где λ – коэффициент относительного положения уровня; h_i – фактический (прогнозный) уровень i -го года, м; h_{min} – минимальный за период наблюдений уровень, м; A – амплитуда

многолетних колебаний уровня, м. Коэффициент изменяется от 0 до 1:

Для перехода от относительного положения уровня грунтовых вод (λ) к фактической или прогнозной глубине уровня в метрах от поверхности земли (h) используется формула:

$$h = h_{max} + A(1 - \lambda)$$

Отклонение анализируемого уровня от его среднего многолетнего положения оцениваются по формуле:

$$k = 100(\lambda - 0.5)$$

При этом максимальное отклонение уровня от среднего многолетнего положения в ту и другую сторону составляет 50 %. Положительное значение отклонения прогнозируемого уровня (k) показывает, что уровень располагается выше среднемноголетнего положения, отрицательное значение – уровень ниже среднемноголетнего его положения. Значение отклонения k выражается в процентах от величины среднемноголетней амплитуды.

Сведения об изменении уровня грунтовых вод в 2011-2014 годах Ивановской, Рязанской и Нижегородской областях приведены в таблицах 1-3. Как можно заметить, колебания максимального уровня грунтовых вод различаются по областям. Так, в Нижегородской области уровень сохраняется на близком к минимальному значению (рис. 1). В Ивановской области значения меняются в широких диапазонах от минимума к максимуму (рис. 2). В Рязанской области уровень держится в средней зоне, опускаясь иногда до минимального значения (рис. 3).

Наибольший диапазон колебания коэффициента относительного положения уровня λ (рис. 4-6) и отклонений от среднемноголетнего положения (рис. 7-9) наблюдается в Ивановской области.

Заключение

Как показал анализ, уровни грунтовых вод в Ивановской, Рязанской и Нижегородской областях существенно различаются. Тенденции

Таблица 1. Уровни грунтовых вод в Нижегородской обл. (скважина 52100010003).

Период	Максимальный уровень, м	Характеристика многолетних изменений максимального уровня, м		Многолетняя амплитуда, A , м	Коэффициент корреляции r	Коэффициент относительного положения уровня, λ	Отклонение от среднего многолетнего положения, k , %
		наивысший h_{max}	наинизший h_{min}				
Предвесенний 2011	4,61	3,57	6,70	3,13	0,96	0,67	17
Весенний 2011	3,61	1,12	6,34	5,22	0,93	0,52	2
Осенне-зимний 2011	3,59	3,04	6,70	3,66	0,96	0,85	35
Предвесенний 2012	3,98	3,57	6,70	3,13	0,96	0,87	37
Весенний 2012	3,06	1,12	6,34	5,22	0,93	0,63	13
Осенне-зимний 2012	3,13	3,04	6,70	3,66	0,96	0,98	48
Предвесенний 2013	3,04	3,04	6,70	3,66	0,97	0,99	50
Весенний 2013	2,37	1,12	6,34	5,22	0,93	0,76	26
Осенне-зимний 2013	2,96	2,96	6,70	3,74	0,96	0,99	50
Предвесенний 2014	3,10	3,04	6,70	3,66	0,97	0,98	48
Весенний 2014	2,29	1,12	6,34	5,22	0,93	0,78	28
Осенне-зимний 2014	3,2	2,96	6,70	3,74	0,96	0,94	44

Таблица 2. Уровни грунтовых вод в Ивановской обл. (скважина 24112407).

Период	Максимальный уровень, м	Характеристика многолетних изменений максимального уровня, м		Многолетняя амплитуда, A , м	Коэффициент корреляции r	Коэффициент относительного положения уровня, λ	Отклонение от среднего многолетнего положения, k , %
		наивысший h_{max}	наинизший h_{min}				
Предвесенний 2011	4,14	3,34	4,40	1,06	0,89	0,25	-25
Весенний 2011	3,00	2,62	4,38	1,76	0,57	0,78	28
Осенне-зимний 2011	4,35	3,25	4,48	1,23	0,76	0,11	-39
Предвесенний 2012	4,05	3,34	4,40	1,06	0,89	0,33	-17
Весенний 2012	2,62	2,62	4,38	1,76	0,57	0,99	50
Осенне-зимний 2012	4,16	3,25	4,48	1,23	0,78	0,26	-24
Предвесенний 2013	3,62	3,34	4,40	1,06	0,89	0,74	23,58
Весенний 2013	1,78	1,78	4,38	2,60	0,74	0,99	50
Осенне-зимний 2013	3,61	3,25	4,48	1,23	0,71	0,71	21
Предвесенний 2014	3,34	3,34	4,40	1,06	0,89	0,99	50
Весенний 2014	2,92	1,78	4,38	2,60	0,70	0,56	6
Осенне-зимний 2014	4,27	3,25	4,48	1,23	0,64	0,17	-33

Таблица 3. Уровни грунтовых вод в Рязанской обл. (скважина 61110018).

Период	Максимальный уровень, м	Характеристика многолетних изменений максимального уровня, м		Многолетняя амплитуда, A , м	Коэффициент корреляции r	Коэффициент относительного положения уровня, λ	Отклонение от среднего многолетнего положения, k , %
		наивысший h_{max}	наинизший h_{min}				
Предвесенний 2011	2,50	1,11	4,19	3,08	0,88	0,55	5
Весенний 2011	0,75	0,29	3,42	3,13	0,82	0,85	35
Осенне-зимний 2011	2,67	1,93	4,27	2,34	0,77	0,68	18
Предвесенний 2012	2,64	1,11	4,19	3,08	0,88	0,50	0
Весенний 2012	0,30	0,29	3,42	3,13	0,81	0,99	50
Осенне-зимний 2012	3,10	1,93	4,27	2,34	0,72	0,50	0
Предвесенний 2013	2,94	1,11	4,19	3,08	0,85	0,41	-9,42
Весенний 2013	1,08	0,29	3,42	3,13	0,74	0,75	25
Осенне-зимний 2013	2,80	1,93	4,27	2,34	0,72	0,63	13
Предвесенний 2014	1,56	1,11	4,19	3,08	0,82	0,85	35
Весенний 2014	1,05	0,29	3,42	3,13	0,74	0,76	26
Осенне-зимний 2014	2,92	1,93	4,27	2,34	0,72	0,58	8

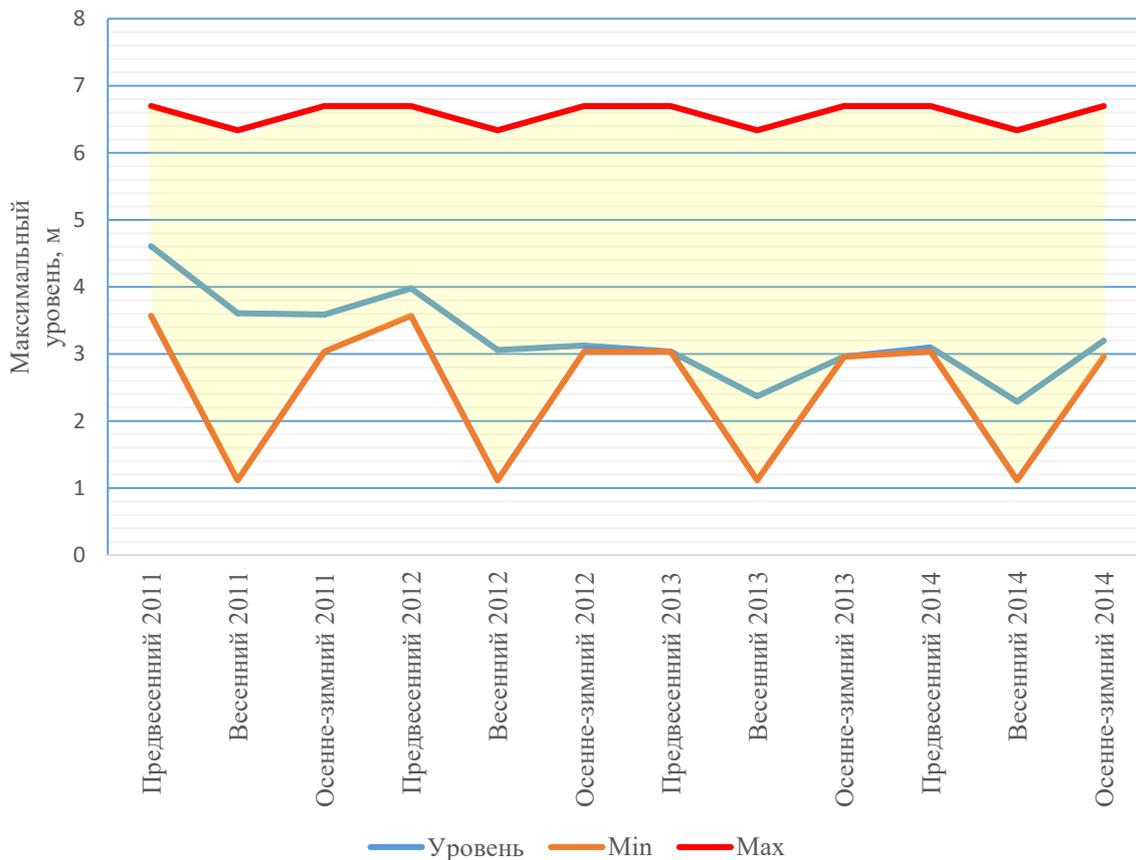


Рис 1. Колебания максимального уровня грунтовых вод в Нижегородской области.

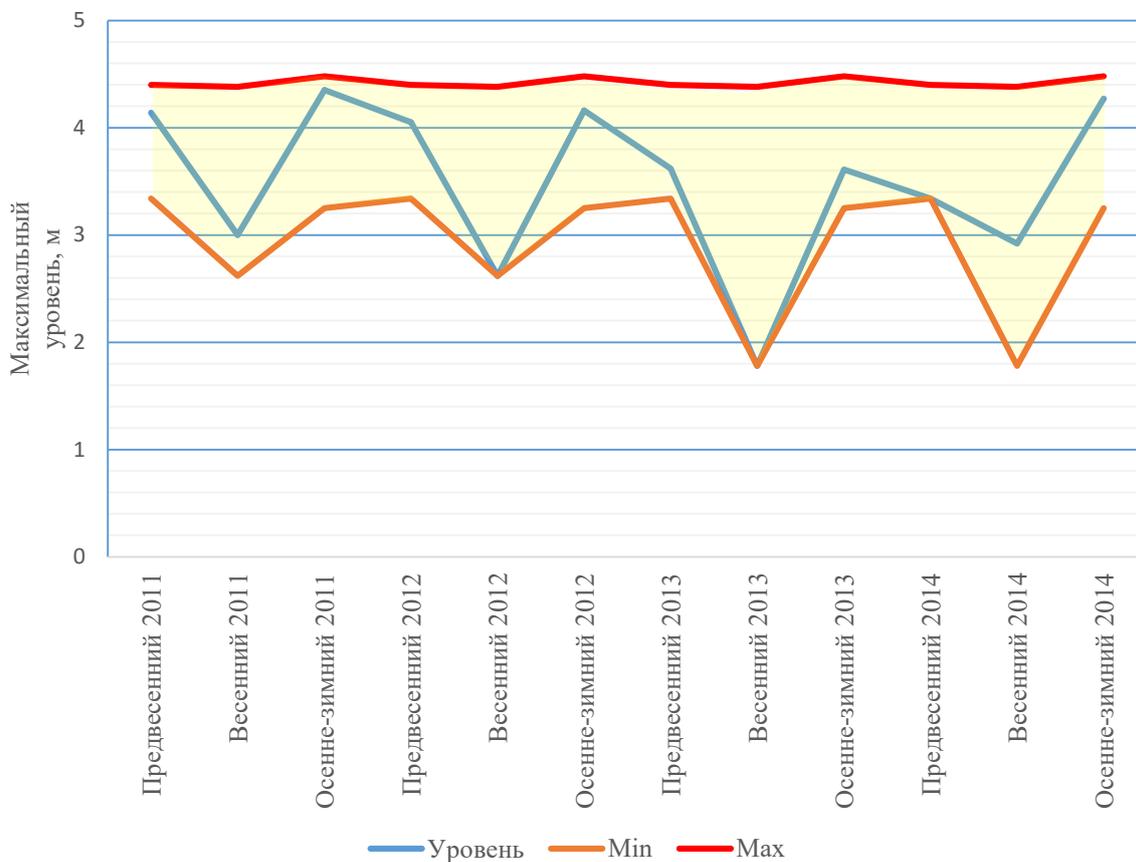


Рис 2. Колебания максимального уровня грунтовых вод в Ивановской области.

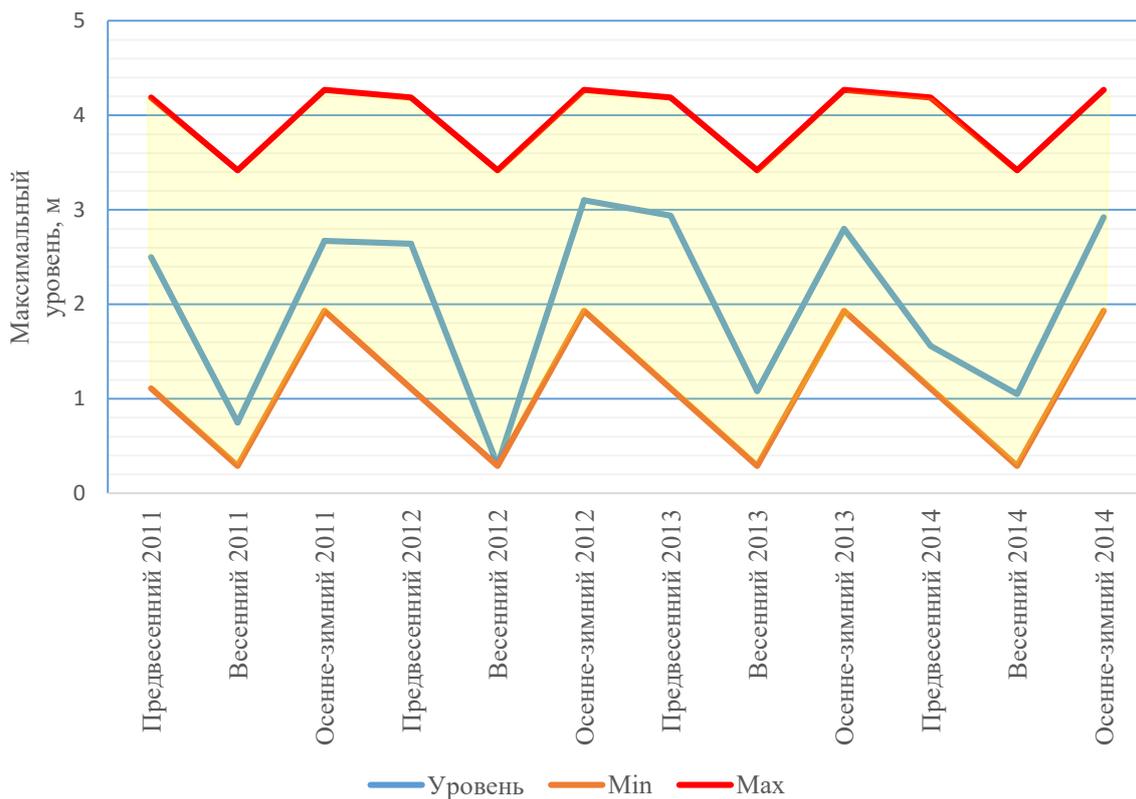


Рис 3. Колебания максимального уровня грунтовых вод в Рязанской области.

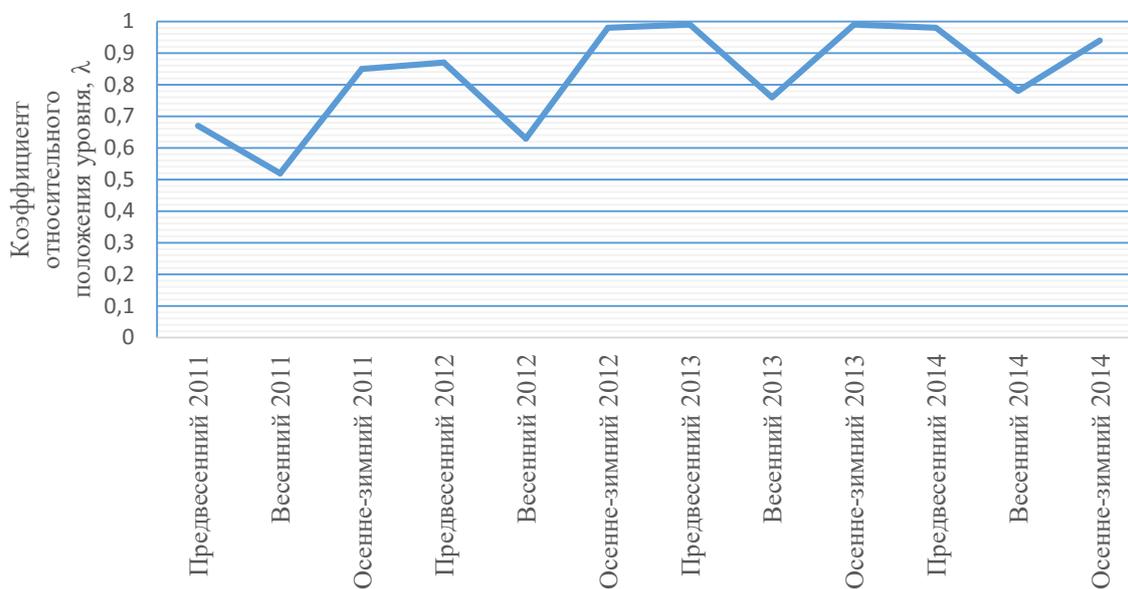


Рис 4. Колебания коэффициента относительного положения уровня λ в Нижегородской области.

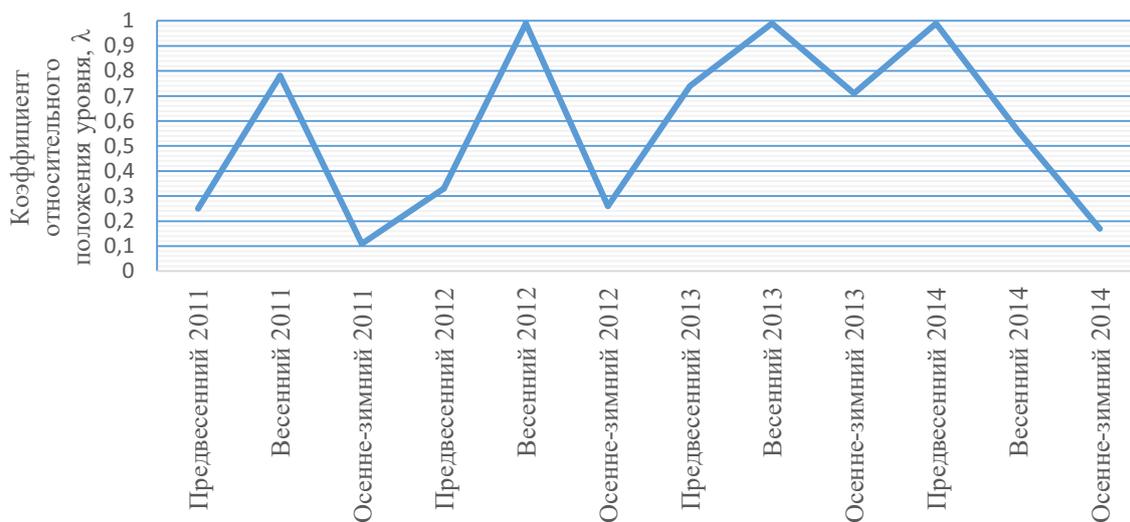


Рис 5. Колебания коэффициента относительного положения уровня λ в Ивановской области.

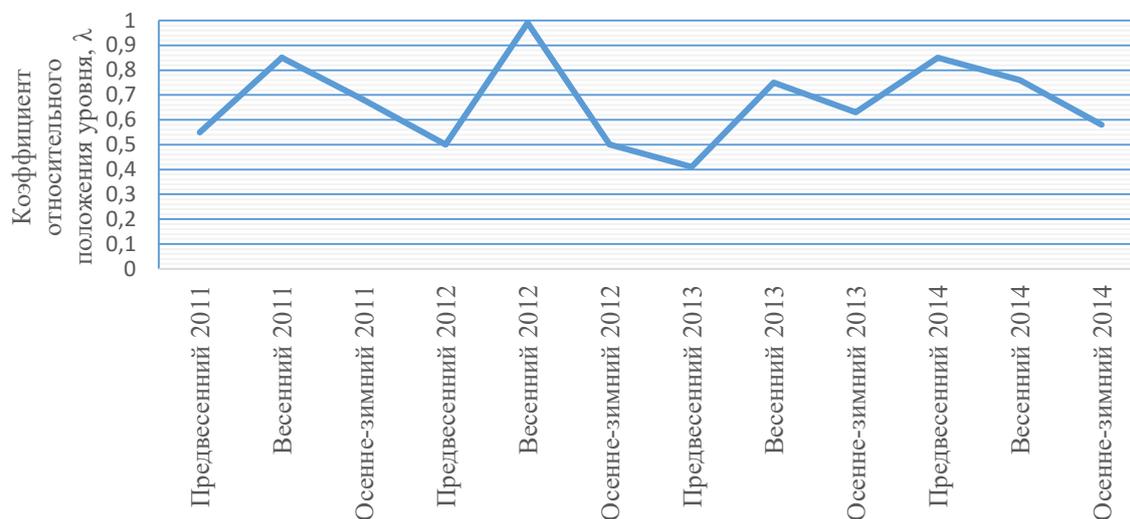


Рис 6. Колебания коэффициента относительного положения уровня λ в Рязанской области.

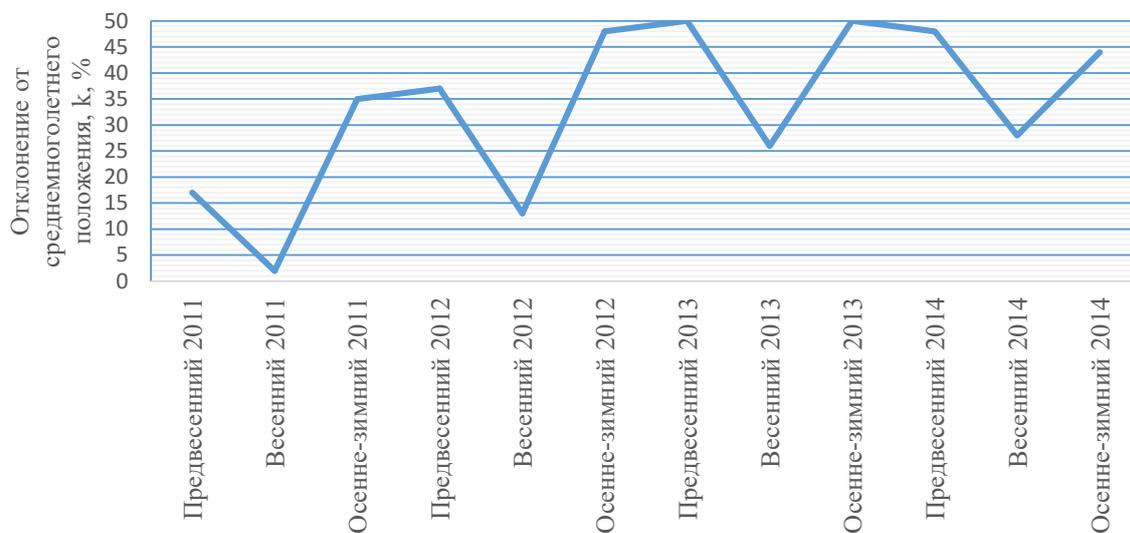


Рис 7. Отклонение от среднеемноголетнего положения k в Нижегородской области.

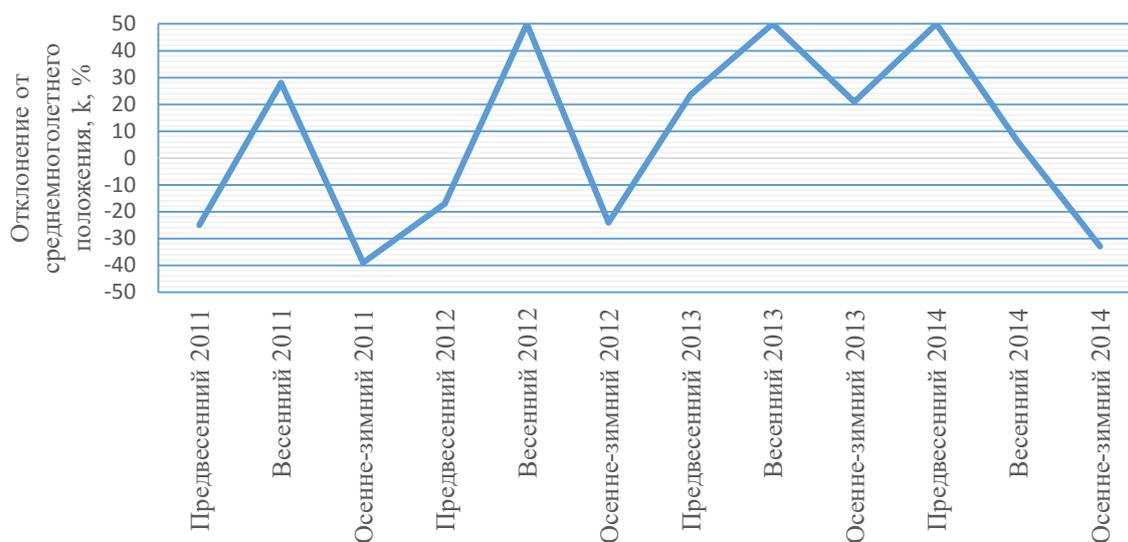


Рис 8. Отклонение от среднеемноголетнего положения k в Ивановской области.

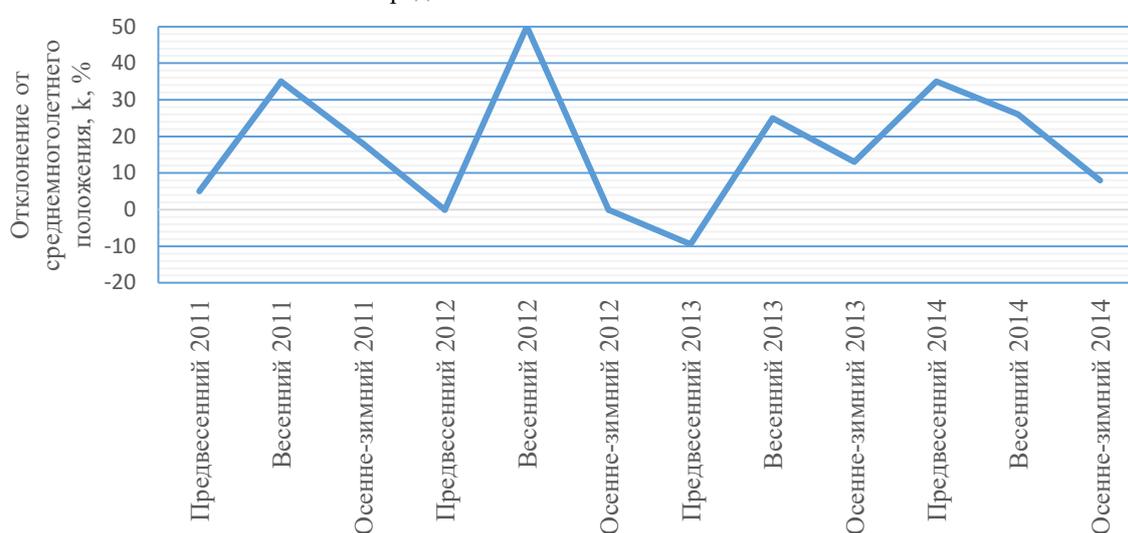


Рис 9. Отклонение от среднеемноголетнего положения k в Рязанской области.

сезонных изменений также имеют разнонаправленный характер. По этой причине, прогнозы, составляемые для Владимирской области по данным соседних областей, не являются в достаточной мере точными. Кроме того, при имеющимся наборе данных из рассмотренных скважин, прогнозы вред ли будут в достаточной степени соответствовать реальным уровням грунтовых вод.

Таким образом, для получения адекватной картины о уровне грунтовых вод во Владимирской области и прогнозировании его изменения, необходимо расширение сети наблюдательных станций (как минимум – размещение скважин на территории области) [9].

Литература

1. Шарпов Р.В. Размышления об эколого-геологических системах // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки, 2013, Т. 18, № 3. – С. 918-922.
2. Шарпов Р.В. Мониторинг экзогенных процессов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2012, № 2. – С. 39-42.
3. Шарпов Р.В. Принципы мониторинга подземных вод // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2012, № 3 (13). – С. 27-30.
4. Уточненный прогноз осенне-зимних минимальных уровней грунтовых вод территории Российской Федерации на 2015 год. Выпуск 128. – Москва, Гидроспецгеология, 2015. – 14 с.
5. Уточненный прогноз весеннего максимального положения уровня грунтовых вод территории

Российской Федерации на 2015 год. Выпуск 127. – Москва, Гидроспецгеология, 2015. – 13 с.

6. Прогноз сезонных положений уровней грунтовых вод на территории Российской Федерации на 2015 год. Выпуск 126. – Москва, Гидроспецгеология, 2015. – 31 с.

7. Шарпов Р.В. Проблема интеграции данных мониторинга подземных вод // Современные наукоемкие технологии, 2013, № 12. – С. 67-69.

8. Шарпов Р.В. Оборудование для автономного наблюдения за состоянием подземных вод // Фундаментальные исследования, 2014, № 9-1, С. 55-58.

9. Шарпов Р.В. Структура системы мониторинга подземных вод // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2012, № 4 (14). – С. 20-23.

References

1. Sharapov R.V. Razmyshleniya ob jekologo-geologicheskikh sistemah [Reflections on the ecological and geological systems] // Vestnik Tambovskogo universiteta. Serija: Estestvennye i tehicheskie nauki [Bulletin of the Tambov University. Series: Natural and Technical Sciences], 2013, Vol.18, № 3. - P. 918-922.

2. Sharapov R.V. Monitoring jekzogenykh processov [Monitoring of exogenous processes] // Mashinostroenie i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti [Engineering industry and life safety], 2012, № 2. – P. 39-42.

3. Sharapov R.V. Principy monitoringa podzemnykh vod [Principles of groundwater monitoring] // Mashinostroenie i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti [Engineering industry and life safety], 2012, № 4 (14). – P. 20-23.

zhiznedejatel'nosti [Engineering industry and life safety], 2012, № 3 (13). - P. 27-30.

4. Utochnennyj prognoz osenne-zimnih minimal'nyh urovnej gruntovykh vod territorii Rossijskoj Federacii na 2015 god [The revised forecast for autumn-winter minimum groundwater levels in the Russian Federation for 2015]. Issue 128. – Moscow, Gidrospecgeologija, 2015. – 14 p.

5. Utochnennyj prognoz vesennego maksimal'nogo polozhenija urovnja gruntovykh vod territorii Rossijskoj Federacii na 2015 god [The revised forecast for the spring maximum groundwater level territory the Russian Federation for 2015]. Issue 127. – Moscow, Gidrospecgeologija, 2015. – 13p

6. Prognoz sezonnykh polozhenij urovnej gruntovykh vod na territorii Rossijskoj Federacii na 2015 god [Forecast seasonal groundwater level in the Russian Federation for 2015]. Issue 126. – Moscow, Gidrospecgeologija, 2015. – 31 p.

7. Sharapov R.V. Problema integracii dannykh monitoringa podzemnykh vod [The problem of data integration groundwater monitoring] // Sovremennye naukoemkie tehnologii [Modern high technologies], 2013, № 12. – P. 67-69.

8. Sharapov R.V. Oborudovanie dlja avtonomnogo nabljudenija za sostojaniem podzemnykh vod [Equipment for autonomous monitoring of groundwater] // Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental research], 2014, № 9-1. – P. 55-58.

9. Sharapov R.V. Struktura sistemy monitoringa podzemnykh vod [The structure of the groundwater monitoring system] // Mashinostroenie i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti [Engineering industry and life safety], 2012, № 4 (14). – P. 20-23.

Статья поступила в редакцию 18 августа 2015 г.

Шарпов Руслан Владимирович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность» Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром, Россия. E-mail: info@vanta.ru

Sharapov Ruslan Vladimirovich – Ph.D., Murom Institute of Vladimir State University, Murom, Russia. E-mail: info@vanta.ru