

УДК 551.4:631.445.4

**ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД  
ЗА ПЕРИОД С 2010 ПО 2014 ГОД НА ПОЛИГОНЕ КАМЕННАЯ СТЕПЬ****Турусов В.И., Крячкова М.П.***Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы  
им. В.В. Докучаева, Каменная Степь, e-mail: niishlc@mail.ru*

В статье изложены результаты наблюдений за уровнем грунтовых вод с 2010 по 2014 г. на полигоне Каменная Степь в Таловском районе Воронежской области. В результате проведенных исследований установлено, что сезонный ход уровня грунтовых вод по полигону согласуется с климатическими особенностями и зависит как от количества атмосферных осадков, так и от внутригодового их распределения. Этот период отличается целым рядом выраженных аномалий как по срокам наступления отдельных фаз водного режима, так и по метеорологическим и гидрологическим параметрам от среднесезонных показателей. Период с 2010 по 2014 г. по температурному режиму оценивается как очень теплый. По атмосферным осадкам его можно разделить на 3 части. В 2012–2013 гг. количество атмосферных осадков было избыточным – соответственно 546 и 602 мм, в 2011 г. равнялось среднесезонной норме – 483 мм, а в 2010 и 2014 гг. было существенно ниже нормы – 455 и 441 мм. Кроме того, распределение осадков было крайне неравномерно как по сезонам года, так и по отдельным месяцам. По обеспеченности осадками дефицитны начало и конец периода, умеренно влажными можно назвать только 2012 и 2013 гг. Особенности метеорологического и гидрологического характера предопределили динамику изменения уровня грунтовых вод в этом периоде. В 2010 г. продолжалось снижение уровня грунтовых вод, начавшееся в предыдущее пятилетие, в 2013 г. уровень грунтовых вод достиг минимальных отметок, а в 2014 г. наметилось небольшое повышение. Три первых года этого периода расположены на нисходящей ветви ритмического цикла колебаний уровня грунтовых вод, низших своих отметок он достиг в 2013 г., а в 2014 г. наметилось небольшое повышение. Последующие годы будут расположены предположительно на восходящей ветви цикла колебаний уровня грунтовых вод.

**Ключевые слова:** уровень грунтовых вод, атмосферные осадки, Каменная Степь**DYNAMICS OF CHANGES IN THE GROUND WATER LEVEL  
FOR THE PERIOD 2010-2014 AT THE KAMENNAYA STEPPE LANDFILL****Turusov V.I., Kryachkova M.P.***Research Institute of agriculture of the Central Chernozem zone named after V.V. Dokuchaev,  
Kamennaya Steppe, e-mail: niishlc@mail.ru*

The article presents the results of observations of the ground water level from 2010 to 2014 at the Kamennaya Steppe landfill in the Talovsky district of the Voronezh region. As a result of the conducted research, it was found that the seasonal course of the ground water level in the landfill is consistent with climatic features and depends on both the amount of precipitation and their intra-annual distribution. This period differs in a number of pronounced anomalies both in terms of the timing of the onset of certain phases of the water regime, and in meteorological and hydrological parameters from the average long-term indicators. The period from 2010 to 2014 is estimated as very warm according to the temperature regime. According to atmospheric precipitation, it can be divided into 3 parts. In 2012-13, the amount of precipitation was excessive-546mm and 602mm respectively, in 2011 it was equal to the average annual norm – 483mm, and in 2010 and 2014 it was significantly lower than the norm-455 and 441mm. In addition, the distribution of precipitation was extremely uneven both by season and by individual months. In terms of precipitation availability, the beginning and end of the period are deficient; only 2012 and 2013 can be distinguished as moderately wet. meteorological and hydrological Features determined the dynamics of changes in the ground water level in this period. In 2010, the ground water level continued to decline, which began in the previous five years, in 2013, the ground water level reached minimum levels, and in 2014, there was a slight increase. The first three years of this period are located on the descending branch of the rhythmic cycle of fluctuations in the ground water level, which reached its lowest levels in 2013, and in 2014 there was a slight increase. The following years will be located presumably on the ascending branch of the cycle of fluctuations in the water table.

**Keyword:** ground water level, precipitation, Stone Steppe

На современном этапе человеческое общество значительно изменило внешний облик Земли. Воздействие его становится все более интенсивным как по масштабам, так и по глубине изменения отдельных компонентов ландшафтов. Наиболее сильному воздействию подвергается растительный и животный мир, почвы, водный режим. Чрезвычайная важность изучения изменения режима грунтовых вод обусловлена усилением их влияния на почвообразовательные процессы, часто ведущие к дегра-

дации свойств черноземов, необходимостью корректировки традиционных технологий земледелия [1].

Проблема глобальных изменений климата является одной из актуальных проблем современности. Множество работ посвящено исследованию различных аспектов данной проблемы. Важным направлением считается оценка экологических, экономических и социальных последствий климатических изменений, которые влияют и на режим грунтовых вод [2].

2010 год был в Северной полушарии самым теплым за всю историю метеорологических наблюдений (120 лет). Аномальная жара, продержавшаяся летом 2010 г. в России более 50 суток, стала одной из самых крупных в мире климатических аномалий. Сочетание жаркой погоды с большим дефицитом осадков (менее 40% нормы) привело к атмосферной, почвенной, а затем и гидрологической засухе. Лето 2010 г. в целом для России попадает в число восьми самых сухих, а для региона европейской части России оно оказалось третьим по рангу сухих лет. По многим территориям наблюдалось значительное понижение уровня грунтовых вод [3].

В административном отношении территория опорного полигона «Каменная Степь» расположена в Таловском районе Воронежской области на северных склонах Калачской возвышенности на водоразделе б. Таловой и р. Чигла. Отличительными чертами поверхности являются ее сильная расчлененность долинами рек и оврагов и значительные колебания высот на водоразделах и в долинах. Максимальные абсолютные отметки водоразделов достигают 200 м, минимальные приурочены к пойме р. Чигла в северо-западной части территории и имеют отметки 102–110 м.

Климат района континентальный с относительно холодной зимой и жарким, нередко засушливым летом. Среднегодовая температура равна +6,0°C. Самый теплый месяц – июль, его средняя температура равна +20,3°C, самый холодный – январь, –8,9°C.

Каменная Степь расположена на границе лесостепной и степной части России, но в результате искусственного лесонасаждения в настоящее время представляет собой лесостепной оазис. Здесь, в условиях искусственно созданного ландшафта, сложился своеобразный микроклимат. По сравнению с открытой степью здесь происходит большее снегонакопление, выше влажность воздуха и почвы, слабее действие ветра и суховеев. Экстремальные проявления климатообразующих факторов сглаживаются, что сказывается на общих климатических условиях территории.

Основная часть населения Таловского района занята в сельскохозяйственном производстве. На полях района возделываются в основном зерновые культуры, из технических – подсолнечник и сахарная свекла.

Территория Каменной Степи находится в пределах центральной части Воронежской антеклизы. В геологическом строении района принимают участие два структурных

этажа: кристаллический фундамент архей-протерозойского возраста и залегающий несогласно на нем осадочный чехол, представленный породами девонской, меловой, палеогеновой и четвертичной систем.

Полигон «Каменная Степь» расположен в пределах Приволжско-Хоперского артезианского бассейна. Наибольший интерес для изучения условий формирования, режима и баланса грунтовых вод в многолетнем разрезе, в том числе в лесных полосах и массивах, представляют воды, связанные с надморенными отложениями и верхами морены.

Основным целевым назначением работ является:

– изучение условий формирования режима грунтовых вод и элементов водного баланса на территориях искусственно созданных агролесоландшафтов;

– ведение стационарных режимных наблюдений за грунтовыми и подземными водами в условиях искусственного полезащитного лесоразведения и адаптивного ландшафтного землеустройства на основе сети наблюдательных пунктов с целью накопления непрерывной и долгосрочной информации для составления заблаговременных прогнозов состояния геологической среды; определения и подтверждения выявленных закономерностей формирования режима и баланса подземных вод на изучаемой территории и возможности их экстраполяции на аналогичные территории Центральных районов России.

Основным объектом изучения является первый от поверхности водоносный горизонт, который образует единый слабо-водоносный комплекс лессоидных и делювиально-солифлюкционных и ледниковых (моренных) отложений.

Режим грунтовых вод обусловлен расположением территории полигона в зоне умеренного увлажнения на слабо дренируемом водоразделе. Главное воздействие на режим грунтовых вод оказывают геолого-геоморфологические и метеорологические факторы, сельскохозяйственное производство и другие виды хозяйственной деятельности человека [4].

#### **Материалы и методы исследования**

Система наблюдений и методика исследований хорошо отработана. Замеры уровня подземных вод осуществляются при помощи хлопущек. При изучении естественного режима частота наблюдений за уровнем грунтовых вод составляет 5 раз в месяц, а в весенний период – 10 раз в месяц.

**Таблица 1**

Среднемесячные и годовые метеорологические характеристики полигона Каменная Степь (многолетняя норма, 2010–2014 гг.), данные предоставлены метеостанцией Каменная Степь

Период набл.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Температура воздуха, °С													
1929–2009	-8,9	-8,7	-3,1	7,2	14,7	18,3	20,3	19,3	13,4	6,2	-0,9	-6,2	6,0
2010	-14,0	-7,2	-1,7	9,1	17,7	23,4	26,8	26,1	16,2	4,9	6,1	-2,6	8,7
2011	-9,7	-13,2	-4,5	7,0	17,1	19,6	23,8	20,6	14,3	6,7	-2,2	-0,7	6,6
2012	-8,1	-13,5	-3,5	13,0	18,6	20,4	22,1	21,0	14,9	10,2	2,3	-6,2	7,6
2013	-5,9	-3,9	-3,1	10,1	19,9	20,4	20,2	20,9	11,8	6,7	4,3	-3,1	8,2
2014	-9,5	-5,0	2,0	8,4	18,5	17,9	22,0	22,1	14,7	5,6	-1,9	-4,1	7,6
Атмосферные осадки, мм													
1929–2009	30,4	25,3	24,5	33,4	44,4	57,3	59,0	46,0	44,8	42,6	39,4	35,5	483
2010	45,7	42,7	33,6	9,5	30,2	2,5	19,8	26,1	23,6	79,5	74,0	67,7	455
2011	53,6	35,0	9,4	24,6	34,0	80,9	37,8	51,4	23,6	51,5	29,3	51,9	483
2012	44,7	36,7	31,0	47,9	39,9	38,8	80,5	62,8	29,0	65,4	26,6	43,0	546
2013	26,6	14,9	51,8	5,4	84,6	50,0	58,7	85,1	151	45	17,4	11,2	602
2014	62,1	16,1	27,5	27,8	29,1	133	4,1	49,1	6,6	16,9	6,1	62,8	441

**Результаты исследования  
и их обсуждение**

Глубина залегания грунтовых вод может быть различной, но в течение года можно выделить четыре характерных периода, которые, независимо от среднегодового положения уровня, прослеживаются по всем наблюдательным пунктам. В течение годового цикла отличаются: зимний период, или период наименьшего инфильтрационного питания; весенний, или паводковый период; летний период спада уровня грунтовых вод и осенний, межженный период.

Характерный для зимнего периода предпаводковый подъем уровня грунтовых вод в 2010 г. отсутствовал практически на всей территории полигона. Несмотря на относительно большое количество атмосферных осадков (в 1,5 раза выше нормы) в зимние месяцы и в марте, а также наличие оттепелей, условия для инфильтрационного питания грунтовых вод были неблагоприятными в связи с большой величиной промерзания и цементацией почво-грунтов верхней части зоны аэрации. В 2011–2014 гг. предпаводковый подъем уровня грунтовых вод наблюдался практически по всем наблюдательным пунктам полигона. Особенно интенсивным он был в 2014 г. в связи с активным пополнением запасов влаги в зоне аэрации за счет атмосферных осадков осенних месяцев 2013 г. (сентябрь – 151 мм, октябрь – 45 мм) (табл. 1).

На величину весеннего подъема уровня грунтовых вод влияет большое количе-

ство разнообразных факторов: запасы влаги в снежном покрове, количество атмосферных осадков в период снеготаяния, характер снеготаяния, температура воздуха зимы и весны, степень и размеры промерзания верхней части зоны аэрации, влажность воздуха и др. [5].

Первые признаки паводкового подъема грунтовых вод отмечаются по наблюдательным пунктам, расположенным в балочных понижениях, где глубина залегания грунтовых вод менее 1,5 м. В 2014 г. начало паводкового подъема отмечено в последней декаде марта, в 2011–2013 гг. – в I–II декадах апреля, а в 2014 г. интенсивный препаводковый подъем уровня грунтовых вод очень плавно переходит в паводковый подъем в начале марта. На участках с более глубоким залеганием грунтовых вод начало паводкового подъема наступает позже на 10–15 дней, и чем больше глубина до уровня грунтовых вод, тем меньше он проявляется как по темпу подъема, так и по величине.

Пик паводкового стояния уровня грунтовых вод по большинству наблюдательных пунктов в 2010–2011 гг. и в 2013 г. приходится на конец мая, в 2012 г. – на середину мая, а в 2014 г. – на конец апреля (табл. 2). Динамика изменения уровня грунтовых вод I полугодия в 2010–2011 гг. очень близка как по темпу, так и по величине подъема, а в 2012 г. темп паводкового подъема был наиболее интенсивным за последнее пятилетие благодаря высоким запасам воды в снеге перед паводком (до 90 мм) и двойной нор-

ме атмосферных осадков в апреле (52,0 мм). Динамика паводкового подъема уровня грунтовых вод в 2013–2014 гг. характеризуется очень плавным переходом от предпаводкового зимнего подъема в паводковый.

Амплитуда паводкового подъема уровня грунтовых вод за 2010–2014 гг. колеблется от 1,0 до 2,5 м, достигая 3,2 м по скважине № 706 в 2012 г. Увеличение амплитуды наблюдается с 2010 по 2012 г. в среднем на 0,5 м в год. В 2013 г. амплитуда паводкового подъема снизилась в среднем на 1,0 м по сравнению с 2012 г. в связи с малыми запасами воды в снеге перед паводком (40 мм) и аномально малым количеством атмосферных осадков в апреле (5,4 мм). В 2014 г. амплитуда паводкового подъема была в среднем на 1,0 м выше, чем в предыдущем году, притом что запасы воды в снеге были сравнимы с 2013 г. Это объясняется тем, что запасы влаги в грунтах зоны аэрации были значительно выше за счет обильных атмосферных осадков осенних месяцев предыдущего года (август – 85,1 мм, сентябрь –

151,2 мм) и неоднократных оттепелей зимних месяцев 2014 г., что существенно повысило абсолютную величину паводкового подъема уровня грунтовых вод.

Снижение уровня грунтовых вод, начавшееся с апреля-мая, характеризуется различным темпом в зависимости от климатических особенностей летних месяцев. В 2010 г. в связи с малым количеством атмосферных осадков в летние месяцы (особенно июнь – 2,5 мм) и повышенным температурным фоном (на 2–5 °С выше нормы) темп снижения уровня грунтовых вод был очень высоким. В 2011 г., за счет относительно высокого количества атмосферных осадков в июне и августe, темп снижения уровня грунтовых вод значительно ниже по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года. В 2012 г. длительный период отсутствия эффективных осадков, начавшийся с середины апреля и продолжавшийся почти до конца мая при повышенном температурном фоне, объяснил условия для снижения уровня грунтовых вод в повышенном темпе.

Таблица 2

Среднегодовые уровни грунтовых вод от поверхности земли 2010–2014 гг.

Год	Среднегодовой	max	Дата	min	Дата	Амплитуда
Докучаевский колодец 1 (лесной массив)						
Координаты 51°01'30.2" северной широты 40°41'51.9" восточной долготы						
2010	6,84	5,55	29,05	7,62	05,12	2,07
2011	6,78	5,71	17,06	7,53	05,01	1,82
2012	6,86	5,73	11,06	7,47	29,10	1,74
2013	7,12	6,35	17,05	7,63	11,09	1,28
2014	6,69	5,59	29,05	7,74	29,12	2,15
Скважина 40 (залежь)						
Координаты 51°02'40.7" северной широты 40°43'44.9" восточной долготы						
2010	5,40	4,17	29,04	6,07	29,12	1,90
2011	5,09	3,95	29,05	6,32	27,02	2,37
2012	4,89	3,80	29,05	5,52	05,04	1,72
2013	5,05	4,31	17,05	5,42	23,02	1,11
2014	4,20	3,08	05,05	5,02	05,01	1,94
Скважина 56 (Лесная полоса)						
Координаты 51°01'05.4" северной широты 40°43'32.0" восточной долготы						
2010	5,28	4,37	24,05	5,81	30,09	1,44
2011	4,92	4,06	30,05	5,55	06,01	1,49
2012	4,77	3,72	12,05	5,25	30,09	1,53
2013	4,96	4,43	24,05	5,44	30,08	1,01
2014	4,66	3,65	30,04	5,44	30,09	1,79
Скважина 400 (культурная поляна)						
Координаты 51°01'34.9" северной широты 40°43'15.3" восточной долготы						
2010	4,26	3,27	29,04	4,98	29,12	1,71
2011	3,98	3,33	23,06	5,16	17,02	1,83
2012	3,55	2,72	29,04	4,19	29,03	1,47
2013	3,87	3,70	05,06	4,40	27,02	0,70
2014	3,16	2,77	29,05	3,77	29,12	1,00

Высокий температурный фон летних месяцев, превышающий среднемноголетние значения на 2 °С, обеспечил высокий темп снижения УГВ, несмотря на то, что в июле и августе количество атмосферных осадков на треть превышало среднемноголетнюю норму. Ливневые дожди с суточным расходом до 30 мм не повлияли на динамику уровня грунтовых вод даже на участках с близким от поверхности их залеганием.

Динамика снижения уровня грунтовых вод в 2013–2014 гг. соответствовала 2012 г. Повышенному темпу снижения уровня грунтовых вод способствовал высокий температурный фон летних месяцев. Обильные атмосферные осадки июня 2014 г. (133 мм за месяц) обеспечили снижение темпа спада, относительную его стабилизацию и даже небольшой его подъем по отдельным наблюдательным пунктам, но начиная со II декады июля снижение активно продолжалось. В осенние месяцы в связи с окончанием вегетационного периода и уменьшением транспирации, а также с понижением температурного фона темп снижения уровня грунтовых вод значительно снижается, и обычно в октябре–ноябре уровень грунтовых вод достигает низшего стояния в течение годового цикла.

Таким образом, сезонный ход уровня грунтовых вод по полигону согласуется с климатическими особенностями и зависит как от количества атмосферных осадков, так и от внутригодового их распределения. Экстремальные значения уровней по глубоким скважинам достигают на 1,5–2,0 месяца позднее паводка и максимума влагозапасов в грунтах зоны аэрации.

### Заключение

Рассматриваемое пятилетие отличается целым рядом выраженных аномалий как по срокам наступления отдельных фаз водного режима, так и по метеорологическим и гидрологическим параметрам от среднемноголетних показателей. По температурному режиму пятилетие было самым теплым за весь период наблюдений.

Установлено, что на положение уровня грунтовых вод оказывают влияние в основном атмосферные осадки – зимние, весенние и осенние. Летние осадки практически не влияют на колебания уровня, так как они испаряются, не доходя до зеркала грунтовых вод.

Характер внутригодового распределения уровня грунтовых вод хорошо прослеживается по данным вековых наблюдений на полигоне Каменная Степь. Для годового графика характерно формирование двух экстремальных уровней – весеннего максимального и зимне-предвесеннего минимального. Сроки наступления уровня – максимальный весенний наблюдается в апреле – мае, предвесенний минимальный уровень формируется в основном в январе. Судя по внутригодовому распределению уровня грунтовых вод, их питание происходит весной и осенью. Расходование грунтовых вод, превышающее питание, наблюдается в летний и осенне-зимний сезоны года.

### Список литературы / References

1. Исаев В.А., Гребенников А.М. Современные тенденции изменения факторов почвообразования на территории Каменной степи // Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны: материалы докладов 7 съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Ч. 2. Белгород, 2016. С. 367–368.

Isaev V.A., Grebennikov A.M. Modern trends in factors of soil formation on the territory of the Kamennaya steppe // Soil science – food and environmental security of the country: materials of reports 7 Congress of the society of soil scientists named after V.V. Dokuchaev. Part 2. Belgorod, 2016. P. 367–368 (in Russian).

2. Назаренко О.В. Оценка региональных изменений метеорологических показателей и их влияния на уровень грунтовых вод (на примере г. Ростова-на-Дону) // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=10547> (дата обращения: 05.07.2020).

Nazarenko O.V. Assessment of regional changes in meteorological indicators and their impact on the ground water level (on the example of Rostov-on-Don) // Modern problems of science and education. 2013. № 5. [Electronic resource]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=10547> (date access: 05.07.2020) (in Russian).

3. Гуревич Е.В., Марков М.Л. Маловодья на Европейской части России // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2017. № 49. С. 99–107.

Gurevich E.V., Markov M.L. Shortage of Water in the European Part of Russia // Uchenyye zapiski Rossiyskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta. 2017. № 49. P. 99–107 (in Russian).

4. Середин Е.А., Кожухарь Н.С., Крячкова М.П., Горб Е.А. Аналитический обзор состояния недр на опорном полигоне «Каменная Степь» – Воронежская область за период 2005–2009 годов. Вып. 1. Воронеж, 2010. 34 с.

Seredin E.A., Kozhukhar N.S., Kryachkova M.P., Gorb E.A. Analytical review of the state of the subsoil at the reference polygon «Kamennaya Steppe» – Voronezh region for the period 2005–2009. Issue 1. Voronezh, 2010. 34 p. (in Russian).

5. Прогноз сезонных положений уровней грунтовых вод на территории Российской Федерации на 2014 год. Вып. 123. М.: Гидроспецгеология, 2014. 14 с.

Forecast of seasonal positions of ground water levels on the territory of the Russian Federation for 2014. Issue 123. M.: hydrospegeologiya, 2014. 14 p. (in Russian).