

**ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ  
И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.  
БИОТЕХНОЛОГИИ  
PROBLEMS IN ECOLOGY AND RATIONAL NATURE  
MANAGEMENT. BIOTECHNOLOGIES**

УДК 631.432

DOI: 10.25686/2306-2827.2019.4.48

**ВОДНЫЙ РЕЖИМ И ВОДНЫЙ БАЛАНС  
ЛУГОВО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ПОД КОЛОЧНЫМИ  
ЛЕСНЫМИ НАСАЖДЕНИЯМИ В СЕВЕРНОМ ПРИКАСПИИ**

*А. В. Колесников*

Институт лесоведения Российской академии наук,  
Российская Федерация, 143030, Московская обл., с. Успенское, ул. Советская, 21  
E-mail: wheelwrights@mail.ru

*Рассмотрены современные особенности водного режима и водного баланса лугово-каштановых почв под колочными лесными насаждениями в Северном Прикаспии. Выявлено, что в течение вегетационного периода почва под ними иссушается до глубины 250–350 см. Залегающие глубже слои почвенно-грунтовой толщи круглый год находятся в зоне капиллярной каймы, и осеннего дефицита влаги на глубинах ниже 300 см не наблюдается. Влагодобеспеченность насаждений в настоящее время может считаться хорошей, однако, за счёт интенсивного использования древесно-кустарниковой растительностью грунтовых вод, отмечается увеличение их минерализации по сравнению с целиной, что ухудшает условия существования древесных насаждений.*

***Ключевые слова:** колочные лесные насаждения; водный режим почв; полупустыня Северного Прикаспия; лугово-каштановые почвы.*

**Введение.** В условиях полупустыни Прикаспийской низменности с почвенным покровом, представленным трёхчленным солонцовым комплексом, лугово-каштановые почвы западин, профиль которых лишён легкорастворимых солей, являются наиболее благоприятным компонентом для выращивания как лесных, так и сельскохозяйственных культур. В этом заключается актуальность исследования лугово-

каштановых почв при различных видах землепользования.

Солонцовый комплекс Северного Прикаспия в естественных условиях безлесен. Нормальное состояние древостоев возможно здесь только при дополнительном почвенном водоснабжении, которое необходимо для обеспечения транспирации деревьев в течение всего вегетационного сезона [1]. Современное масштабное

---

© Колесников А. В., 2019.

**Для цитирования:** Колесников А. В. Водный режим и водный баланс лугово-каштановых почв под колочными лесными насаждениями в северном Прикаспии // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2019. № 4 (44). С. 48–58. DOI: 10.25686/2306-2827.2019.4.48

лесовыращивание на зональных типах почв аридных регионов России мало перспективно, однако для нужд фермерских хозяйств, а также в целях обустройства рекреационных зон, возможно создание максимально адаптированных небольших локальных лесоаграрных оазисов на гидроморфных лугово-каштановых почвах понижений рельефа [2].

В 1950 году, согласно Постановлению Совета министров СССР и ЦК ВКП(б) от 20 октября 1948 г. «О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоёмов для обеспечения высоких устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах Европейской части СССР», вблизи пос. Жаныбек Западно-Казахстанской области был заложен двухкилометровый участок Государственной защитной лесополосы «Чапаевск – Владимировка» (четыре ленты шириной 60 м). Для научного обеспечения лесокультурных работ в непосредственной близости от Гослесополосы был создан Джаныбекский стационар Института лесоведения РАН. К началу 1960-х гг. на базе стационара были разработаны лесокультурные технологии для аридных регионов, что позволило в дальнейшем перейти к научному обоснованию создания устойчивых и высокоэффективных лесных и агролесных экосистем и методов рационального землепользования [3].

Впоследствии, в результате распада многорядных древесных насаждений Государственной лесозащитной полосы, в лесных культурах на лугово-каштановых почвах понижений сформировались сомкнутые мёртвопокровные насаждения – лесные колки.

За время, прошедшее с момента создания искусственных лесных насаждений, произошли существенные изменения климатических и, как следствие, лесорастительных условий региона. Коллективом Джаныбекского стационара ИЛАН РАН было выявлено повышение к настоящему времени среднегодовой температуры в регионе на 2,2 °С [4], отмечена периодич-

ность в увлажнённости территории. В период повышенной увлажнённости (1980–1994 гг.) произошло повышение уровня грунтовых вод (УГВ) с 6–7 до 4–5 м, синхронного с повышением уровня Каспийского моря [5]. Начиная с середины 1990-х гг. наступил засушливый период, в течение которого снизился сток весенних талых вод, из года в год повторялись засухи, мелили и пересыхали естественные озёра и искусственные водоёмы, созданные в балках гидрографической сети [6], что отрицательно сказалось на развитии экосистем.

**Цель работы** – характеристика современных особенностей водного режима и водного баланса лугово-каштановых почв Северного Прикаспия под колочными лесными насаждениями (на примере почв Джаныбекского стационара Института лесоведения РАН) и оценка их влагообеспеченности.

**Объекты и методы исследования.** Работа выполнена на территории Джаныбекского стационара Института лесоведения РАН (49.397559° с.ш. и 46.796063° в.д.), расположенного в северной части Прикаспийской низменности в 40 км к северу от оз. Эльтон.

Территория стационара репрезентативна для ландшафтов суббореальных полупустынь Северного Прикаспия, представляющих собой практически идеальную равнину, сложенную тяжелосуглинистыми хвалынскими отложениями, с разреженной гидрографической сетью небольших рек и озёр.

Климат исследуемой территории характеризует резкая континентальность и атмосферная засушливость. Испаряемость достигает 1000 мм, тогда как среднегодовое количество осадков, выпадающих преимущественно в зимний период, не превышает 300 мм.

Почвенный покров основной части территории представлен трёхчленным солонцовым комплексом, 75 % площади которого приурочены к автоморфным микроповышениям рельефа, занятым солончачковыми солонцами и слабозасолёнными

светло-каштановыми почвами. Остальные 25 % территории занимают блюдцеобразные понижения – западины и падины, с незасолёнными гидроморфными лугово-каштановыми почвами. В естественных условиях эти микро- и мезопонижения заняты высокопродуктивными злаково-разнотравными растительными сообществами и являются наиболее перспективными для лесовыращивания.

Вследствие равнинности территории и отсутствия разгрузки в гидрографическую сеть, грунтовые воды (ГВ) под всеми членами солонцового комплекса имеют застойный характер. Под локальными понижениями рельефа при инфильтрации талых вод в период весеннего снеготаяния образуются линзы пресной воды, «плавающие» на поверхности более тяжёлых засоленных ГВ. Эти пресные линзы и являются основным источником обеспечения влагой как целинной растительности западин и падин, так и искусственных древесно-кустарниковых насаждений.

Непосредственными объектами исследования были лесные насаждения в возрасте 67 лет – «Грачиный колок» и «Лесосечный колок», сформировавшиеся на I ленте Гослесополосы, состоящие из дуба черешчатого с кустарниковым ярусом из жимолости татарской и смородины золотой, а также западина с лугово-каштановой почвой и солончаковый солонец, находящиеся в целинных условиях в непосредственной близости от «Грачиного колка».

Ежегодно с 2009 по 2017 гг. здесь определяли весеннюю и осеннюю влаж-

ность пятиметровой почвенно-грунтовой толщи на целине и под насаждениями, а также отбирали и анализировали образцы грунтовых вод. Определение ионного состава и минерализации ГВ проводились общепринятыми методами [7]. В 2015–2017 гг. проводился ежемесячный мониторинг УГВ, который на период исследований находился здесь на глубине 4,5–5,3 м. Данные о количестве осадков представлены Джаныбекской метеостанцией Казгидромета, расположенной в 4 км от места проведения исследований. Математическая обработка полученных данных проводилась с помощью программы MS Excel 2010.

**Результаты и обсуждение.** На период создания Государственной защитной лесополосы в начале 1950-х гг. УГВ на территории Джаныбекского стационара находился на глубине 630–730 см [8]. В период повышенной увлажнённости исследуемой территории (1980–1994 гг.) произошёл подъём УГВ до 4,2–4,8 м [4, 9]. Пополнение ГВ происходит главным образом по локальным понижениям мезо- и микро-рельефа [1, 4]. Длительное отсутствие значимого поверхностного весеннего стока и, как следствие, заполнения понижений талыми водами в период с середины 1990-х годов до настоящего времени привело к некоторому снижению УГВ, который сейчас находится на глубине 4,5–5,3 м (рис. 1). Это происходит как за счёт уменьшения приходной части водного баланса, так и вследствие увеличения общей засушливости климата [4].

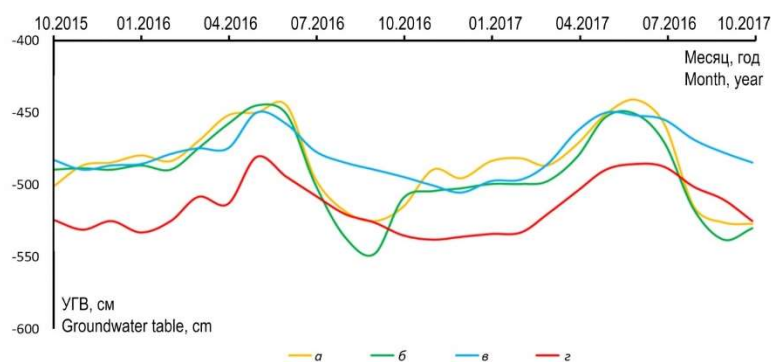


Рис. 1. Сезонные колебания уровня грунтовых вод под колочными лесными насаждениями и на целине в 2015–2017 гг.

(а – «Грачиный колок»; б – «Лесосечный колок»; в – западина, целина; г – солонец, целина)

Колочные лесные насаждения играют существенную роль в перераспределении зимних осадков, снегонакоплении и переводе поверхностного стока во внутриводосборный. Рис. 1 иллюстрирует сезонную динамику колебаний УГВ в лугово-каштановых почвах под колочными лесными насаждениями (а, б) и на целине (в), а также целинного солончакового солонца на микроповышении (г) по результатам ежемесячного мониторинга УГВ в 2015–2017 гг. В указанный период сквозного промачивания талыми водами почвенно-грунтовой толщи не происходило, и глубина депрессионной воронки, возникающей при интенсивном потреблении влаги из ГВ корнями древесных растений, составила в среднем 71 см. В случае сквозного промачивания среднее понижение УГВ под лесными колками в течение вегетационного периода составило (по данным 2010–2014 гг.) 137 см. На целине сезонный ход колебаний УГВ практически одинаков как для лугово-каштановых почв западин, так и для солончаковых солонцов микроповышений: наблюдается его повышение весной, с последующим снижением в летние месяцы и стабилизацией в осенне-зимний период.

Исследование состава и минерализации грунтовых вод под лугово-каштановыми почвами лесных колков, сформировавшихся в результате распада многорядных древесных насаждений I лен-

ты Государственной лесозащитной полосы на территории Джаныбекского стационара, показало, что на протяжении последних 10 лет ГВ характеризуются хлоридно-сульфатно-кальциево-магниевым составом. Минерализация ГВ под лесными колками значительно меняется на протяжении вегетационного периода, а в весеннее время зависит от условий снегонакопления и снеготаяния и сильно различается по годам. Поэтому для вычисления средних значений были использованы данные, полученные осенью 2009–2017 гг., когда к моменту окончания вегетации показатели минерализации и состава ГВ становятся достаточно стабильными (табл. 1).

Использование колочными насаждениями линзы грунтовых вод вызывает подток минерализованных грунтовых вод из-под окружающей территории, что неоднократно описывалось в литературе [1, 10, 11].

По мере протекания этого процесса изменяется и минерализация ГВ под прилегающими к колкам целинными территориями. Так, при сравнении индивидуальных данных выявлено, что в 2013 году, по сравнению с данными 2004 года, минерализация ГВ под солончаковыми солонцами на целине около участка «Грачиный колок» возросла с 5,30 до 8,89 г/л, а под лугово-каштановыми почвами – с 3,15 до 5,07 г/л. В обоих случаях в составе ГВ наблюдался рост концентрации ионов натрия и сульфат-ионов.

Таблица 1

**Состав и минерализация грунтовых вод под лугово-каштановыми почвами в колочных насаждениях и на целине, а также под солончаковым солонцом**

Участок	Минерализация, г/л	Содержание ионов, ммоль(+)/л						
		CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>
Солонец, целина	5,69±0,82	0,14±0,15	4,37±0,82	20,23±6,95	54,50±14,69	21,67±4,31	17,97±6,94	39,53±14,03
Западина, целина	3,20±0,49	0,08±0,12	6,31±2,41	12,04±5,64	30,72±8,56	20,24±4,51	16,69±5,42	12,21±6,87
«Грачиный колок»	4,39±0,69	–	4,67±1,45	40,21±10,26	29,28±9,38	34,95±8,04	29,50±7,86	9,86±7,59
«Лесосечный колок»	4,34±1,04	0,14±0,15	7,43±4,48	38,43±14,50	25,59±8,15	37,50±12,34	22,42±7,06	11,68±3,86

**Примечание:** X ± m (среднее и доверительный интервал при P=0,9).

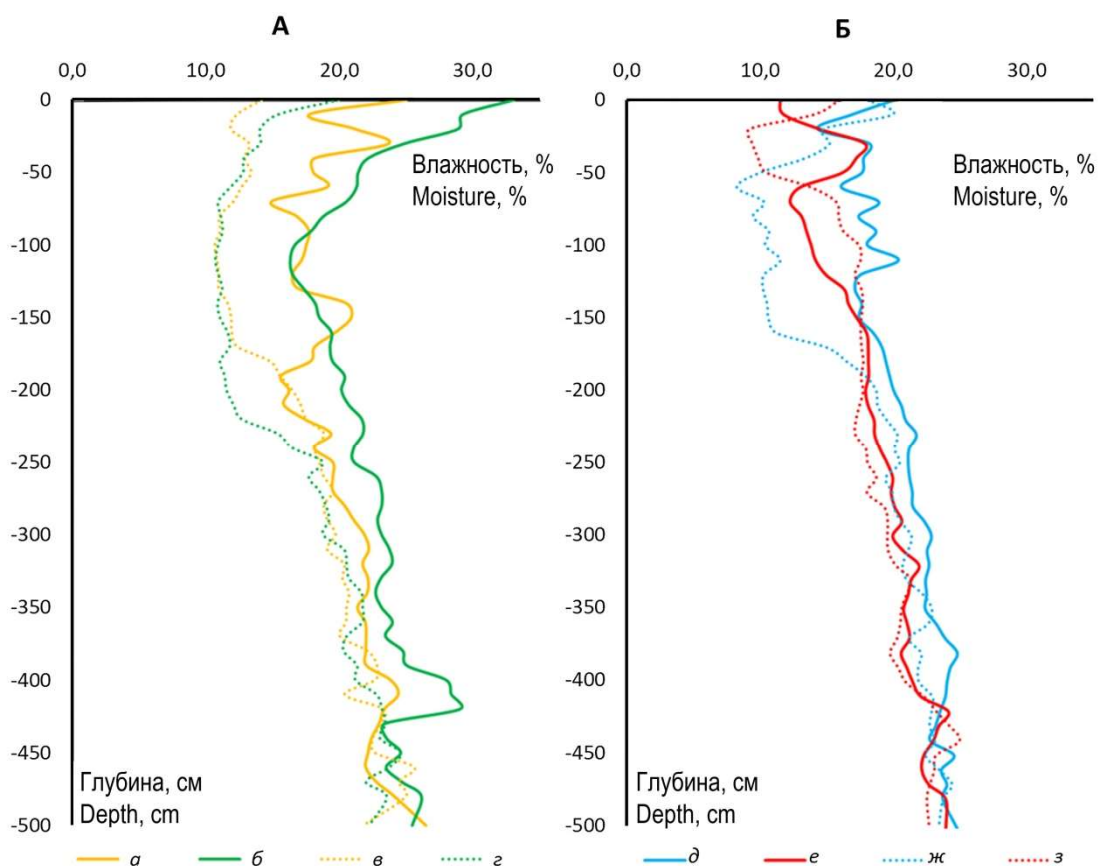


Рис. 2. Влажность почвенно-грунтовой толщи под колочными лесными насаждениями (А) и на целине (Б): а – «Грачиный колок», весна; б – «Лесосечный колок», весна; в – «Грачиный колок», осень; г – «Лесосечный колок», осень; д – западина, целина, весна; е – солонец, целина, весна; ж – западина, целина, осень; з – солонец, целина, осень

Явление подтока минерализованных ГВ под насаждения подтверждается тем, что ГВ под колками имеют близкие значения, составляющие в среднем для участка «Лесосечный колок»  $4,39 \pm 0,69$  г/л, для участка «Грачиный колок» –  $4,34 \pm 1,04$  г/л. Эти показатели превышают таковые для ГВ под лугово-каштановыми почвами на целине, в случае «Грачиного колка» – статистически значимые.

Рассмотрим сезонную динамику влажности почвенно-грунтовой толщи мощностью 5 м (до ГВ) в год со сквозным весенним промачиванием почвенного профиля лугово-каштановых почв под лесными колками (рис. 2, а–г).

Проведённые исследования показывают, что в течение вегетационного периода колочные насаждения иссушают почву до глубины 250–350 см. Залегающие

глубже слои почвенно-грунтовой толщи круглый год находятся в зоне капиллярной каймы, поэтому осеннего дефицита влаги на глубинах ниже 300 см не наблюдается. Известно, что уже для 12-летних насаждений ГВ являются постоянным источником дополнительного подземного питания влагой, а к 20–25-летнему возрасту они становятся основным источником влаги [11], поэтому ниже речь пойдёт о водном балансе лугово-каштановых почв для их верхнего трёхметрового слоя.

На целине в лугово-каштановых почвах западин (рис. 2, д, ж) наблюдается схожая ситуация, но мощность иссушенного корнями травянистой растительности горизонта существенно меньше и составляет 150 см. Режим влажности солончаковых солонцов микроповышений (рис. 2, е, з), напротив, в весенний период характер-

ризуется сохранением иссушенного слоя на глубине 50–200 см и возрастанием его влажности к осени. Отсутствие весеннего промачивания почвенного профиля солонцов обусловлено, во-первых, их положением в микрорельефе, а во-вторых – наличием плотного солонцового горизонта, обладающего низкой водопроницаемостью, препятствующего проникновению влаги вглубь профиля. Приращение же влажности к осени, вероятно, связано с существованием в солонцах восходящего потока влаги от капиллярной каймы за счёт существующего градиента влажности, а следовательно, и градиента сосущей силы в почве [10, 12].

Сквозное промачивание профилей лугово-каштановых почв под лесными колками за период с 2010 года наблюдается достаточно часто – в 38 % случаев в «Грачином колке» и в 50 % – в «Лесосечном» (табл. 2). Увеличение частоты сквозного промачивания почв по сравнению с 1970-ми годами можно отнести на счёт как лучшего снегозадержания разросшимися древесными, а особенно кустарниковыми, насаждениями (поскольку в целинных условиях сквозного промачивания почвенного профиля не наблюдалось), так и существенным по сравнению с 1970-ми гг. [11] подъёмом УГВ и, соответственно, более близким к поверхности залеганием зоны капиллярной каймы.

Использование корнями древесно-кустарниковых насаждений влаги из ГВ приводит к появлению в зеркале последних депрессионных воронок (рис. 1, а, б) [1, 10]. Период их существования длится в среднем с июня по октябрь и составляет около 120 дней в годы со сквозным весенним промачиванием лугово-каштановых почв и 92 дня в годы, когда сквозного промачивания не наблюдалось. Одновременно с этим за счёт гидростатического выравнивания зеркала ГВ происходит коррективный водоподъём со средней скоростью 0,9 мм в день [10], за счёт которого насаждения получают дополнительное существен-

ное количество влаги. Величина расхода влаги из ГВ определяется как сумма средневзвешенного значения опускания УГВ за вегетационный период, умноженного на величину удельной водоотдачи, равную, по данным А.А. Роде [12], 1,1 мм/см, и величины коррективного водоподъёма в период существования депрессионных воронок с учётом восходящего тока плёночной влаги к слоям, иссушаемым корнями деревьев, примерно равной 15 мм за полгода [10, 12]. Полученные нами величины расхода влаги корнями древесных насаждений из ГВ составили 274 мм для лет со сквозным промачиванием почвенно-грунтовой толщи и 170 мм в годы, когда промачивания не было. Эти данные полностью соответствуют величинам, приводимым Г.С. Базыкиной [10] для насаждений Гослесополосы в 12-летнем возрасте, что ещё раз подтверждает роль грунтовых вод как основного источника влаги для древесно-кустарниковой растительности в исследуемом регионе.

Отток весенней влаги в ГВ из верхней трёхметровой толщи в среднем составляет 30,1 мм для «Грачиного колка» и 70,5 мм – для «Лесосечного». Малое количество осадков, выпавшее в течение лета 2014 – лета 2015 гг. способствовало сильному иссушению верхних слоёв почвенно-грунтовой толщи на всех элементах микрорельефа, поэтому в последние три года глубина весеннего промачивания почвы постепенно нарастает, но сквозного промачивания почвенного профиля под колочными лесными насаждениями не наблюдается.

Средние величины весеннего приращения запасов влаги в верхней трёхметровой толще лугово-каштановых почв в лесных колках составляют 174–254 мм, что близко к таковым показателям для западины на целине. Приращение же запасов влаги в солонце соответствует его положению в микрорельефе и составляет лишь 29 % от суммы поступивших в период с октября по март осадков.

Таблица 2

Водный баланс (мм) лугово-каштановых почв под колочными насаждениями и на целине, а также солонца в слое 0–300 см

Участок	Годы	Сумма осенне-зимне-весенних осадков	Глубина промачивания, см	Приход влаги				Расход влаги					Осенний дефицит	Влагооборот	
				весеннее приращение запаса влаги	из ГВ	летние осадки	Итого	отток в ГВ	на эвапотранспирацию			Итого			
									из почвенного запаса	из ГВ	летние осадки				
«Грачий колоч»	2009/10	158,5	300	344	274	111,2	729,2	151	374	274	111,2	758,2	909,2	223	1639,4
	2010/11	142,4	80	208	170	174,7	552,7	0	227	170	174,7	545,7	545,7	241	1124,4
	2011/12	156,7	300	281	274	95,5	650,5	40	202	274	95,5	570,5	610,5	161	1262
	2012/13	132,7	80	191	170	154,1	515,1	29	159	170	154,1	457,1	486,1	130	1027,2
	2013/14	156	300	150	274	100,7	524,7	21	204	274	100,7	577,7	598,7	184	1124,4
	2014/15	75,4	30	41	170	119,7	330,7	0	40	170	119,7	303,7	303,7	182	660,4
	2015/16	177,8	50	102	170	211,8	483,8	0	33	170	211,8	388,8	388,8	113	898,6
	2016/17	138,5	90	79	170	145,7	394,7	0	123	170	145,7	412,7	412,7	157	833,4
	<b>среднее</b>	<b>142,3</b>	<b>153,8</b>	<b>174,5</b>	<b>209,0</b>	<b>139,2</b>	<b>522,7</b>	<b>30,1</b>	<b>170,3</b>	<b>209,0</b>	<b>139,2</b>	<b>501,8</b>	<b>531,9</b>	<b>173,9</b>	<b>1071,2</b>
«Лесосечный колоч»	2009/10	158,5	300	384	274	111,2	769,2	190	470	274	111,2	854,2	1044,2	280	1814,4
	2010/11	142,4	300	452	274	174,7	900,7	172	431	274	174,7	878,7	1050,7	259	1952,4
	2011/12	156,7	300	322	274	95,5	691,5	63	374	274	95,5	742,5	805,5	311	1498
	2012/13	132,7	80	208	170	154,1	532,1	0	55	170	154,1	353,1	353,1	158	911,2
	2013/14	156	300	297	274	100,7	671,7	139	363	274	100,7	736,7	875,7	224	1548,4
	2014/15	75,4	10	26	170	119,7	315,7	0	25	170	119,7	288,7	288,7	222	630,4
	2015/16	177,8	80	189	170	211,8	570,8	0	123	170	211,8	478,8	478,8	156	1075,6
	2016/17	138,5	110	152	170	145,7	467,7	0	193	170	145,7	482,7	482,7	198	976,4
	<b>среднее</b>	<b>142,3</b>	<b>185,0</b>	<b>253,8</b>	<b>222,0</b>	<b>139,2</b>	<b>614,9</b>	<b>70,5</b>	<b>254,3</b>	<b>222,0</b>	<b>139,2</b>	<b>601,9</b>	<b>672,4</b>	<b>226,0</b>	<b>1300,9</b>
Западина, целина	2011/12	156,7	0	118	46	95,5	259,5	0	157	46	95,5	298,5	298,5	252	558
	2012/13	132,7	60	173	46	154,1	373,1	0	106	46	154,1	306,1	306,1	185	679,2
	2013/14	156	60	192	46	100,7	338,7	7	189	46	100,7	335,7	342,7	182	681,4
	2014/15	75,4	110	154	46	119,7	319,7	0	176	46	119,7	341,7	341,7	205	661,4
	2015/16	177,8	70	150	46	211,8	407,8	0	171	46	211,8	428,8	428,8	226	836,6
	2016/17	138,5	300	262	46	145,7	453,7	35	285	46	145,7	476,7	511,7	250	965,4
	<b>среднее</b>	<b>139,5</b>	<b>100,0</b>	<b>174,8</b>	<b>46,0</b>	<b>137,9</b>	<b>358,8</b>	<b>7,0</b>	<b>180,7</b>	<b>46,0</b>	<b>137,9</b>	<b>364,6</b>	<b>371,6</b>	<b>216,7</b>	<b>730,3</b>
	Солонец, целина	2011/12	156,7	0	87	46	95,5	228,5	0	68	46	95,5	209,5	209,5	195
2012/13		132,7	0	50	46	154,1	250,1	0	43	46	154,1	243,1	243,1	102	493,2
2013/14		156	0	18	46	100,7	164,7	0	17	46	100,7	163,7	163,7	100	328,4
2014/15		75,4	20	7	46	119,7	172,7	0	72	46	119,7	237,7	237,7	166	410,4
2015/16		177,8	0	19	46	211,8	276,8	0	39	46	211,8	296,8	296,8	108	573,6
2016/17		138,5	20	60	46	145,7	251,7	0	115	46	145,7	306,7	306,7	162	558,4
<b>среднее</b>		<b>139,5</b>	<b>6,7</b>	<b>40,2</b>	<b>46,0</b>	<b>137,9</b>	<b>224,1</b>	<b>0,0</b>	<b>59,0</b>	<b>46,0</b>	<b>137,9</b>	<b>242,9</b>	<b>242,9</b>	<b>138,8</b>	<b>467,0</b>

Расход влаги на эвапотранспирацию в верхних 300 см почвы в колках в основном происходит из почвенного запаса – его доля покрывает в среднем от 40 до 48 % расхода, 30–35 % влаги расходуется из капиллярной каймы и ГВ и 18–22 % приходится на выпадающие в летний период осадки.

В целинных условиях роль ГВ в расходе влаги на эвапотранспирацию существенно снижается и составляет 14,6–22,4 %, поскольку корневые системы целинной травянистой растительности не достигают капиллярной каймы. В западине около половины расхода покрывается весенним запасом влаги в почве, а на солонце основной расход влаги в летний период идёт за счёт атмосферных осадков.

Средние значения осеннего дефицита влаги в колках сравнимы с таковыми для лугово-каштановой почвы на целине и составляют 174–226 мм. При этом в «Грачином колке» эта величина несколько ниже, чем на целине, а в «Лесосечном колке» – выше. Это может быть связано с большим участием в насаждении «Лесосечного колка» кустарников, более интенсивно иссушающих верхние горизонты почвенно-грунтовой толщи. Полученные средние значения осеннего дефицита влаги меньше таковых, указанных Г.С. Базыкиной [10] для молодых древесных насаждений на лугово-каштановых почвах Гослесополосы. Таким образом, можно предположить, что при достижении корневыми системами древесной растительности уровня грунтовых вод, расход влаги из верхних слоёв почвы стабилизируется. Тем не менее, верхние слои почвы под лесными колками ежегодно иссушаются до влажности, соответствующей ВЗ–ВРК<sup>1</sup>, и только частое весеннее промачивание профилей позволяет компенсировать это иссушение. Водный режим исследованных почв сохраняет признаки десуктивно-

выпотного с периодическим сквозным промачиванием.

Расход влаги (за вычетом атмосферных осадков) в годы со сквозным промачиванием в лесных колках превышает норму расхода влаги в 500 мм, а в годы, когда промачивания не происходит, – ниже неё. В целом, учитывая постоянное нахождение корней древесно-кустарниковой растительности в зоне воздействия ГВ, влагообеспеченность колочных насаждений в настоящее время может считаться хорошей. В качестве неблагоприятного же фактора для произрастания древесно-кустарниковой растительности стоит назвать рост минерализации ГВ под исследованными участками (табл. 1), однако пока они по международной классификации относятся к слабо- и среднесолоноватым.

Влагооборот в почвах под лесными колками в среднем в 1,5–2 раза интенсивнее, чем в целинной западине и в 2–3 раза – чем на солонце. Это связано с большим поступлением в колки влаги зимних осадков из-за снегозадержания и стока талых вод, а также с интенсивным использованием насаждениями грунтовых вод.

### Выводы

1. В течение вегетационного периода колочные лесные насаждения ежегодно иссушают верхние 250–350 см почвенно-грунтовой толщи до влажности, соответствующей ВЗ–ВРК, и только частое весеннее промачивание профилей позволяет компенсировать это иссушение. Залегающие глубже слои почвенно-грунтовой толщи круглый год находятся в зоне капиллярной каймы, поэтому осеннего дефицита влаги на глубинах ниже 300 см не наблюдается. Водный режим исследованных почв сохраняет признаки десуктивно-

выпотного с периодическим сквозным промачиванием.

2. В верхних 300 см почвы под колочными насаждениями расход влаги на эвапотранспирацию в основном происходит из почвенного запаса – его доля покрывает в среднем от 40 до 48 % расхода, 30–35 % влаги расходуется из капилляр-

<sup>1</sup> Влажность завядания – влажность разрыва капилляров.



ной каймы и ГВ и 18–22 % приходится на выпадающие в летний период осадки. В целом же основным источником водного питания для древесно-кустарниковой растительности являются грунтовые воды.

3. Влагообеспеченность колючих насаждений в настоящее время может

считаться хорошей, однако за счёт интенсивного использования древесно-кустарниковой растительностью грунтовых вод отмечается увеличение их минерализации по сравнению с целиной, что ухудшает условия существования древесных насаждений.

**Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 18-04-00246).**

**Благодарности.** Автор выражает благодарность докт. биол. наук М.К. Сапанову за консультации в процессе исследований и старшим лаборантам С.З. Уашеву и В.В. Шаманаеву за помощь при сборе полевого материала.

### Список литературы

1. Сапанов М.К. Экология лесных насаждений в аридных регионах. Тула: Гриф и К, 2003. 248 с.
2. Сапанов М.К., Сиземская М.Л., Ахмеденов К.М. Этапы освоения и современное использование засушливых земель Северного Прикаспия // Аридные экосистемы. 2015. Т. 21. № 3. С. 84–91.
3. Научное наследие Джаныбекского стационара. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 97 с.
4. Сапанов М.К. Экологические последствия потепления климата в Северном Прикаспии // Аридные экосистемы. 2018. Т. 24. № 1. С. 21–33.
5. Сапанов М.К. Синхронность изменения уровней Каспийского моря и грунтовых вод в Северном Прикаспии во второй половине XX в. // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2007. № 5. С. 82–87.
6. Сапанов М.К. Влияние изменения климата на обводненность Северного Прикаспия // Аридные экосистемы. 2010. Т. 16. № 5. С. 25–30.
7. Теория и практика химического анализа почв / под ред. Воробьева Л.А. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
8. Роде А.А., Польский М.Н. Почвы Джаныбекского стационара, их морфологическое строение, механический и химический состав и физические свойства // Труды Почвенного института им. В.В. Докучаева. 1961. Т. 56. С. 3–214.
9. Сиземская М.Л. Современная природно-антропогенная трансформация почв полупустыни Северного Прикаспия. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. 276 с.
10. Базыкина Г.С. Водный режим и водный баланс мелиорируемых почв в культурных биогеоценозах // Биогеоценологические основы освоения полупустыни Северного Прикаспия. М.: Наука, 1974. С. 63–146.
11. Оловянная И.Н. Баланс влаги в черноземовидной почве под насаждением вяза мелколистного // Почвоведение. 1977. № 12. С. 77–87.
12. Роде А.А. (при участии М.Н. Польского) Водный режим и баланс целинных почв полупустынного комплекса // Водный режим почв полупустыни. М.: Издательство АН СССР, 1963. С. 5–83.

Статья поступила в редакцию 22.10.18.

Принята к публикации 20.10.19.

### Информация об авторе

*КОЛЕСНИКОВ Александр Владимирович* – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт лесоведения РАН. Область научных интересов – почвоведение, химия почв, аридное лесоразведение, экология. Автор 40 научных публикаций.

UDC 631.432

DOI: 10.25686/2306-2827.2019.4.48

**WATER REGIME AND WATER BALANCE  
OF MEADOW-CHESTNUT SOILS UNDER SEPARATED FOREST STANDS  
IN THE NORTHERN CASPIAN SEA REGION**

*A. V. Kolesnikov*

Institute of Forest Science, Russian Academy of Sciences,  
21, Sovetskaya st., Uspenskoe, Moscow region, 143030, Russian Federation  
E-mail: wheelwrights@mail.ru

**Keywords:** *separated forest stands; soil water regime; semi-desert of the Northern Caspian sea region; meadow-chestnut soils.*

**ABSTRACT**

**Introduction.** Meadow-chestnut soils of micro- and meso-depressions of relief, the profile of which has no easily soluble salts, are the most favorable soils for the cultivation of both forest and agricultural crops. The solonetzic complex of the Northern Caspian region is treeless under natural conditions. The normal state of stands is possible here only with the additional soil water supply. **The goal of the research** is to assess modern features of water regime and water balance of meadow-chestnut soils of the Northern Caspian sea region under separated forest stands (on the example of soils of the Dzhanybek research station of the Institute of Forest Science, RAS) and assess their moisture supply. **Objects and methods.** The objects of the research are the separated forest stands, formed as the result of the decay of forest plantations of the sector of state protective forest belt Chapayevsk–Vladimirovka (est. in 1950) as well as the dish with meadow-chestnut soil and salt solonetz in virgin conditions. The spring and autumn five-meter moisture content of soil cover was studied on the virgin soil and under plants in 2009-2017. In 2015-2017, the groundwater table was monitored every month, and the salinity and the composition of groundwater under the research area were investigated. **Results and discussion.** It has been revealed that for the last 10 years, groundwater under separated forest stands were characterized with the chloride-sulfate-calcium-magnesium composition. Its mineralization is on the average 4.3 g/l, which exceeds the values obtained for groundwater under meadow-chestnut soils on virgin soil and it is an unfavorable factor for the growth of trees and shrubs. Moisture cycle in the soils under separated forest stands is on average 1.5-2 times more intense than in virgin lands and 2-3 times more intense than in solonetz. This is due to the larger intake of winter precipitation moisture under forest plantations due to snow retention and snow runoff, as well as the intensive use of groundwater by plantations. **Conclusions.** During the growing season, the separated forest stands annually dry up the top 250-350 cm of earth cover to a moisture content corresponding to the wilting point - the moisture content of the capillary rupture. Only frequent spring soaking of soil profiles can compensate this drying. The deeper layers of soil are all year round in the zone of capillary fringe, so there is no autumn moisture deficit at depths below 300 cm. The water regime of the studied soil retains signs of the desiccate-exudative regime with periodic through wetting. The main source of water supply for trees and shrubs is the groundwater. The moisture of the separated forest stands may now be considered to be a good one. However, due to the intensive use of trees and shrubs of ground waters, their salinity in comparison with virgin soils increases, that worsens the current conditions of forest existence.

**The work was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research (project 18-04-00246).**

**Acknowledgement.** The author acknowledges Doctor of Biological Sciences M.K. Sapanova for consulting during the research and senior assistants S.Z. Uashev and V.V. Shamanaev for the help in field data collection.

## REFERENCES

1. Sapanov M.K. *Ekologiya lesnykh nasazhdenii v aridnykh regionakh* [Ecology of forest plantations in arid regions]. Tula: Grif i K, 2003, 248 p. (In Russ.).
2. Sapanov M.K., Sizemskaya M.L., Akhmedenov K.M. Etapy osvoeniya i sovremennoe ispolzovanie zasushlivykh zemel Severnogo Prikaspiya [Reclamation stages and modern use of arid lands in the Northern Caspian region]. *Aridnye ekosistemy* [Arid Ecosystems]. 2015. Vol. 21, No. 3. Pp. 84–91. (In Russ.).
3. *Nauchnoe nasledie Dzhanybekskego stantsionara* [The scientific heritage of the Dzhanybek research station]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2012, 97 p. (In Russ.).
4. Sapanov M.K. Ekologicheskie posledstviya potepeniya klimata v Severnom Prikaspii [Ecological consequences of climate warming in the Northern Caspian region]. *Aridnye ekosistemy* [Arid Ecosystems]. 2018. Vol. 24, No. 1. Pp. 21–33. (In Russ.).
5. Sapanov M.K. Sinkhronnost izmeneniya urovney Kaspiyskogo morya i gruntovykh vod v Severnom Prikaspii vo vtoroy polovine XX v. [Synchronicity of the changes in the Caspian sea and groundwater levels in the Northern Caspian region in the second half of the twentieth century]. *Izvestiya Rossiiskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya*. [Bulletin of Russian Academy of Sciences. Series Geographical]. 2007. No. 5. Pp. 82–87. (In Russ.).
6. Sapanov M.K. Vliyaniye izmeneniya klimata na obvodnennost Severnogo Prikaspiya [The influence of climate change on the water content of the Northern Caspian region]. *Aridnye ekosistemy* [Arid Ecosystems]. 2010. Vol. 16, No. 5. Pp. 25–30. (In Russ.).
7. Vorobyeva L.A. (ed.) *Teoriya i praktika khimicheskogo analiza pochv* [Theory and practice of chemical analysis of soils]. Moscow: GEOS, 2006, 400 p. (In Russ.).
8. Rode A.A., Polskiy M.N. Pochvy Dzhanybekskego stantsionara, ikh morfologicheskoe stroenie, mekhanicheskiy i khimicheskiy sostav i fizicheskie svoystva [The soils of the Dzhanybek research station, their morphological structure, mechanical and chemical composition, and physical properties]. *Trudy Pochvennogo instituta im. V.V.Dokuchaeva* [Proceedings of the V.V. Dokuchaev Soil Institute]. 1961. Vol. 56. Pp. 3–214. (In Russ.).
9. Sizemskaya M.L. Sovremennaya prirodno-antropogennaya transformatsiya pochv polupustyni Severnogo Prikaspiya [Modern natural and anthropogenic transformation of soils of the semi-desert of the Northern Caspian region]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2013. 276 p. (In Russ.).
10. Bazykina G.S. Vodnyy rezhim i vodnyy balans melioriruemykh pochv v kulturnykh biogeotsenozakh [Water regime and water balance of the reclaimed soils in cultural biogeocenoses]. *Biogeotsenologicheskie osnovy osvoeniya polupustyni Severnogo Prikaspiya* [Biogeocenological bases of development of the northern Caspian semi-desert]. Moscow: Nauka, 1974. Pp. 63–146. (In Russ.).
11. Olovyannikova I.N. Balans vlagi v chernozemovidnoy pochve pod nasazhdeniem vyaza melkolistnogo [Moisture balance in chernozem-like soil under Chinese elm planting]. *Pochvovedenie* [Soil Science]. 1977. No. 12. Pp. 77–87. (In Russ.).
12. Rode A.A. (with participation of M.N. Polskiy) Vodnyy rezhim i balans tselinnykh pochv polupustynnogo kompleksa [Water regime and balance of virgin soils of semi-desert complex]. *Vodnyy rezhim pochv polupustyni* [Water regime of semi-desert soils]. Moscow: Izdatelstvo AN SSSR, 1963, Pp. 5–83. (In Russ.).

The article was received 20.10.18.

Accepted for publication 20.10.19.

**For citation:** Kolesnikov A. V. Water Regime and Water Balance of Meadow-Chestnut Soils under Separated Forest Stands in the Northern Caspian Sea Region. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management*. 2019. No 4 (44). Pp. 48–58. DOI: 10.25686/2306-2827.2019.4.48

#### Information about the author

*Aleksandr V. Kolesnikov* – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Institute of Forest Science of Russian Academy of Sciences. Research interests – forest soil, chemistry of soils, planting of forests in arid areas, ecology. The author of 40 scientific publications.