

УДК 631.432

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ НА ДЖАНЫБЕКСКОМ СТАЦИОНАРЕ

© 2016 г. М. К. Сапанов

*Институт лесоведения РАН,*

*Россия, 143030 Московская обл., с. Успенское, ул. Советская, 21*

*e-mail: sapanovm@mail.ru*

Проведен обзор результатов 65-летних стационарных исследований почвенной влаги, выполненных А.А. Роде и сотрудниками Джаныбекского стационара. Выявлены механизмы перераспределения атмосферных осадков по территории в процессе снегопереноса и поверхностного стока талых вод. Определены почвенно-гидрологические константы: полная и наименьшая влагоемкость, влажность разрыва капиллярных связей, влажность завядания. Дана оценка эффективности атмосферных осадков и чистого пара в засушливых условиях, а также роли парообразной влаги в водообеспеченности древесных насаждений. Изучены особенности водного режима и влагооборота целинных и мелиорируемых в системе лесных полос солончаковых солонцов, светло-каштановых и лугово-каштановых почв. Предложен метод воднобалансовых расчетов, в том числе с определением десуктивных расходов влаги из грунтовых вод. Разработан и применен способ мелиорации солончаковых солонцов в богарных условиях за счет дополнительного снегонакопления узкорядными лесными насаждениями. Предложены варианты создания на этой территории устойчивых агролесомелиоративных комплексов и лесных колков, отличающихся долголетием за счет оптимального перераспределения снежных масс и рационального использования грунтовой воды из пресных линз локальных понижений рельефа. Отмечены перспективы в изучении почвенной влаги в экосистемах полупустыни в связи с изменением климата и методов хозяйственного использования полупустынных земель.

*Ключевые слова:* почвы солонцового комплекса, агролесомелиорация, почвенно-гидрологические константы, водный режим и баланс, грунтовые воды.

**DOI:** 10.19047/0136-1694-2016-83-22-40

## ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Всестороннее изучение водных свойств почв и свойств почвенной влаги в Северном Прикаспии приходится на середину XX столетия в связи с началом претворения в жизнь Постановления Совета Министров СССР и ЦК ВКП(б) от 20 октября 1948 г. “О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоемов для обеспечения высоких устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах Европейской части СССР”, так называемого плана преобразования природы. Для научного обеспечения лесокультурных работ на создаваемой трассе Государственной лесной полосы Чапаевск–Владимировка в 1950 г. Комплексной экспедицией АН СССР по защитному лесоразведению был заложен Джаныбекский стационар в 30 км к северу от оз. Эльтон. В дальнейшем задачи стационара расширялись как в области изучения проблем полупустынных территорий, так и их хозяйственного использования.

Климат района исследований резко континентальный с амплитудой температур воздуха от  $-40$  (зима) до  $+40^{\circ}\text{C}$  (лето) и засушливый, с преобладанием испаряемости (около  $1000$  мм) над годовым количеством осадков (около  $290$  мм) более чем в три раза. Средняя температура воздуха за гидрологический год  $+7.4^{\circ}\text{C}$ , за осенне-зимний период  $-3.4^{\circ}\text{C}$ , за весенне-летний  $+18.2^{\circ}\text{C}$ . Среднее количество осадков здесь составляет  $291$  мм. На холодный период года приходится  $135$  мм осадков при месячной норме  $18-25$  мм. Основная их часть перераспределяется по площади и депонируется в почве. На теплый период приходится  $156$  мм при месячной норме  $22-33$  мм ([Роде, 1959](#); [Сапанов, Сиземская, 2015](#)).

Территория стационара репрезентативна для ландшафта полупустыни Северного Прикаспия и представляет собой почти идеальную тяжелосуглинистую равнину с развитым микрорельефом. Территория имеет комплексный почвенный покров, в котором около  $75\%$  приходится на долю солончаковых солонцов микроповышений и слабозасоленных светло-каштановых почв микросклонов, занятых малопродуктивными полупустынными прутняково-чернопыльными травяными сообществами. Остальные  $25\%$  представляют собой незасоленные лугово-каштановые почвы ло-

кальных блюдцеобразных понижений (западин и падин) под богатой разнотравно-злаковой степной растительностью ([Роде, Польский, 1961, 1963](#)).

Засоленные грунтовые воды (5–10 г/л) залегают на глубине от 7 до 5 м при мощности капиллярной каймы около 3 м. Под локальными понижениями рельефа имеются пресные линзы, которые образуются и периодически пополняются в результате весеннего поверхностного стока и инфильтрации талых вод. Эти линзы как бы плавают в засоленной воде, их мощность зависит от размеров понижений и объемов стока ([Роде, Польский, 1961; Киссис, Польский, 1963](#)).

Главная проблема при освоении данной территории – засоленность почв и дефицит влаги. Поэтому первостепенное значение имеют исследования почвенной влаги, водного режима и водообеспечивающей способности почв.

С первых дней работы стационара и до 1978 г. его бессменным научным руководителем был почвовед, Заслуженный деятель науки, лауреат Государственной премии СССР, профессор Алексей Андреевич Роде, являющийся одним из основоположников учения о почвенной влаге, автор многих фундаментальных трудов, методических указаний и учебных пособий. Признанием его заслуг является публикация в 2008–2009 гг. избранных трудов в четырех томах, два тома из которых посвящены почвенной влаге, в том числе в полупустынных почвах Джаныбекского стационара ([Роде, 2009](#)).

К исследованиям водного режима и свойств почв были привлечены специалисты из разных научных институтов и учебных заведений (Почвенного института им. В.В. Докучаева, Института леса АН СССР, МГУ им. М.В. Ломоносова, Института географии АН СССР и др.). Большую роль в изучении почвенной влаги и вопросов влагообеспеченности растений сыграл А.Ф. Большаков, который был начальником Джаныбекского стационара в течение многих лет. До этого А.Ф. Большаков работал на стационаре Почвенного института им. В.В. Докучаева, который был организован ранее в местечке Енбекши в 22 км от Джаныбекского стационара. Именно на нем были проведены первые исследования водно-солевого режима почв этого региона и предложен способ самомелиорации солонцов ([Ковда и др., 1938](#)).

С учетом того, что дефицит влаги является одним из основных лимитирующих факторов не только лесовыращивания, но и развития земледелия в регионе, А.А. Роде составил общую программу комплексного изучения почвенной влаги с учетом особенностей ее поступления в почву и грунтовые воды и расхода всеми типами растительных экосистем. Эти исследования позволили предложить оптимальные варианты природообустройства региона ([Роде, 1952, 1955, 1958](#); [Рекомендации ..., 1977, 1988](#)).

По материалам Джаныбекского стационара опубликовано более 800 научных работ ([Сапанов и др., 2012](#)), значительная часть которых касается непосредственного изучения почвенно-гидрологических проблем этого региона. В данной статье проведен обзор результатов 65-летних стационарных исследований почвенной влаги, выполненных на Джаныбекском стационаре А.А. Роде, его учениками и коллегами в развитие его идей.

**Поступление и перераспределение воды в ландшафте.** В полупустынном регионе важно было, прежде всего, определить ресурсы влаги, которые формируются за счет жидких атмосферных осадков, перераспределения снега и поверхностного стока талых вод, поскольку дополнительных источников влаги здесь нет.

Анализ многолетних данных по погодно-климатическим условиям, показал, что при осенне-зимне-весенней влагозарядке солончаковые солонцы получают около 80 мм влаги, светло-каштановые почвы – 144 мм, лугово-каштановые почвы локальных понижений – около 300 мм. При этом, в понижениях рельефа избыток гравитационной влаги фильтруется через зону аэрации в грунтовые воды, пополняя пресные линзы. Мощность линз адекватна размерам понижений и поступающей влаги ([Роде, Польский, 1961, 1963](#)). Из этих данных следовал вывод о том, что для выращивание культурных растений и создания древесно-кустарниковых насаждений на почвах комплекса требуется дополнительное влагонакопление, которое возможно лишь за счет снегозадержания. Поэтому на стационаре было организовано изучение формирования снежного покрова ([Мозесон и др., 1955](#); [Сви-сюк, 1955](#)). Выявлено, что при метелях снежинки до разрушения и превращения в непереваемые снежные сугробы переносятся в среднем на 200–300 м. Это важное наблюдение, так как именно данным расстоянием определяются снегосборная площадь лесных

полос, максимальное количество дополнительно накопленного снега в них, а также необходимость их расположения на значительном расстоянии друг от друга ([Гришин, 1962, 1970](#); [Сапанов, 2002](#)).

Интересно отметить, что в этом отношении схема посадки Государственной лесной полосы Чапаевск–Владимировка (четыре полосы шириной 60 м на расстоянии 300 м друг от друга) является вполне оптимальной. Удивительно, что при проектировании этих полос механизмы снегопереноса, очевидно, в полной мере не учитывались. Такие исследования начались позже, что позволило предложить и реализовать оригинальный способ мелиорации солонцов при создании узкомассивных агролесомелиоративных систем.

Большое внимание уделялось изучению условий и объемов стока весенних талых вод в понижения рельефа (западины, падины). Например, такой сток воды в большие падины в период 1950–1994 гг. вызывал их периодическое заполнение через каждые 2–5 лет. Однако в дальнейшем, в связи с изменением климата, длительный период времени (до 2010 г.) стока в падины не было ([Базыкина, 2014](#); [Сапанов, Сиземская, 2010, 2015](#)). Западины заполняются чаще (некоторые, почти ежегодно) из-за стока воды не только во время весеннего снеготаяния, но и зимних оттепелей. Показано, что сток талых вод является важным показателем, так как существенным образом влияет не только на уровень и минерализацию грунтовых вод, но и на заполняемость водоемов ([Роде, Польский, 1963](#); [Базыкина, Максимюк, 1978](#); [Соколова и др., 2000](#); [Сапанов, 2007, 2010](#)).

Укажем, что в связи с устойчивым современным потеплением холодного периода года необходимо продолжение исследований снежного покрова инструментальными методами, в частности, изучения механизмов переноса, отложения и таяния снега.

*Категории почвенной влаги.* Изучение почвенной влаги на стационаре началось с исследования водно-физических свойств всех типов почв и послойного (каждые 10 см) определения значений почвенно-гидрологических констант и их диапазонов, характеризующих свойства и подвижность почвенной влаги. К ним относятся полная (ПВ) и наименьшая влагоемкости (НВ), влажности разрыва капиллярных связей (ВРК) и влажность завядания (ВЗ),

максимальная гигроскопичность (МГ). Именно эти показатели являются необходимыми для воднобалансовых расчетов и характеристики водного режима почв ([Роде, 1961, 1966](#); [Роде, Польский, 1961, 1963](#)). Наряду с данными, полученными на других объектах, они послужили основой для разработанных А.А. Роде понятий о почвенно-гидрологических константах ([Роде, 1961](#)), истинной наименьшей влагоемкости ([Роде, 1966](#)), почвенно-гидрологическом профиле и его горизонтах ([Роде, 1969](#)), разновидностях непромывного типа водного режима ([Роде, 1957](#)).

### ВЛАГА В СОЛОНЧАКОВЫХ СОЛОНЦАХ И СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ

Целинные солончаковые солонцы и светло-каштановые почвы засолены и содержат в толще от 3 до 1% солей соответственно. Засоление этих типов почв является одним из главных факторов, лимитирующих развитие растительности, поэтому на стационаре уделялось большое внимание изучению взаимосвязей влаги и солей в зоне аэрации почв и грунтовых водах. В работах А.Ф. Большакова, Г.П. Максимюк, Т.А. Соколовой, М.Л. Сиземской, И.И. Толпешты и др. охарактеризовано солевое состояние всех типов почв, особенности почвенно-поглощающего комплекса, динамика, механизмы миграции и трансформации легкорастворимых солей в связи с климатическими условиями, при богарном освоении и оросительно-обводнительных мероприятиях ([Сапанов и др., 2012](#)). Эти работы многообразны и уникальны, поэтому требуют отдельного обзора.

Установлено, что целинные солончаковые солонцы весной промачиваются всего на 35–40 см из-за расположения на возвышенных участках микрорельефа и специфики солонцового горизонта, обладающего особыми физико-химическими свойствами. Расход воды из почвенного запаса не превышает 70–80 мм и идет в основном из верхнего метрового слоя почвы, который почти во все годы иссушается до ВЗ. На основании этого водный режим целинных солончаковых солонцов был определен как непромывной с элементами внутрпочвенного выпота ([Роде, 1957, 1966](#); [Роде, Польский, 1961, 1963](#)). Целинные светло-каштановые почвы в редкие годы весной промачиваются насквозь, но чаще всего также неглубоко (до 80–100 см) вследствие расположения на

склонах микрорельефа. Здесь иссушение затрагивает двухметровую толщу почвы, а расход влаги из почвенного запаса (144 мм) адекватен весенней влагозарядке почв. Водный режим этих почв относится к непромывному типу с подпочвенным грунтовым выпотом ([Роде, Польский, 1963](#); [Оловяникова, 1966](#)).

Для улучшения свойств и влагообеспеченности этих почв на Джаныбекском стационаре предложен и применен на практике способ их самомелиорации, который заключался в глубокой плантажной вспашке (до 40 см) с разрушением солонцового горизонта, вовлечением во вспаханный слой природного гипса из нижележащего подсолонцового горизонта и дополнительного увлажнения за счет снегонакопления создаваемыми лесными полосами. На первых порах было возможно использование стерни из высокостебельных трав. В результате снегонакопления увеличивалось поступление влаги и глубина промачивания почв, вплоть до периодического сквозного промачивания до грунтовых вод. При этом происходит постепенное отмывание верхнего 1.5–2-метрового слоя почв от токсичных легкорастворимых солей. Водный режим мелиорируемых почв становится периодически промывным с подпочвенным выпотом из грунтовых вод. Тем самым обеспечивается улучшение влагообеспеченности экосистем: лесонасаждений и сельскохозяйственных культур. Отрицательной стороной такого водного режима является то, что при периодическом при сквозном промачивании вследствие вымывания солей из засоленных горизонтов повышается минерализация грунтовых вод, например, под солонцами до 20–40 г/л ([Большаков, 1964](#); [1958](#); [Базыкина, 1966, 1974](#); [Сиземская, 2013](#); [Соколова и др., 2000](#)).

Ограниченные возможности дополнительного влагонакопления (за счет снегопереноса) указывали на то, что на этой территории нельзя сформировать большие по площади полезащитные системы. Поэтому на стационаре разработан способ создания узкополосных агролесомелиоративных комплексов, органично вписанных в целинный ландшафт. Были испытаны системы шириной 200, 400 и 1000 м, в которых равномерное снегораспределение в межполосных пространствах осуществлялось однорядными древесными и кустарниковыми кулисами через каждые 40–90 м. Оптимальной оказалась система шириной 200 м с шестью кулисами из вяза приземистого (*Ulmus pumila* L.) и межполосными про-

странствами шириной 40 м, где наблюдалось устойчивое повышение урожайности зерновых культур в 1.5–2.0 раза относительно незащищенных полей ([Большаков и др., 1983](#); [Рекомендации..., 1988](#); [Оловянникова, 1989, 1994](#)).

По этой же причине на мелиорированных солонцах и светло-каштановых почвах невозможно создание многорядных сомкнутых саморазвивающихся древостоев. Поэтому от них пришлось отказаться в пользу насаждений в виде одно-, двурядных полос с увеличением площади водоснабжения каждого дерева до 30 м<sup>2</sup>. Более того, вблизи стволов деревьев рекомендуется проведение ежегодных агротехнических уходов для подавления межвидовой конкуренции за воду с травянистой растительностью ([Рекомендации..., 1977, 1988](#), [Сапанов и др., 2005](#)).

**Влага в лугово-каштановых почвах палин.** Целинные лугово-каштановые почвы не содержат в почвенно-грунтовой толще легкорастворимых солей и поэтому не нуждаются в мелиорации. Корни целинных растений используют всю зону аэрации. Степная растительность может иссушать почвенную толщу мощностью 3.0–3.5 м. Величина сезонной убыли влаги из почв может превышать 300 мм, при этом из пресных линз расходуется всего около 30 мм. Пресные линзы существуют и не исчезают потому, что величина расхода из них степной растительностью всегда ниже прихода инфильтрационной влаги. На палинах возможно выращивание зерновых культур и многолетних трав, которые здесь, не сильно изменяя водно-солевой режим почв, дают устойчивый урожай зерна и сена ([Большаков и др., 1983](#)).

Под лесными насаждениями водный режим лугово-каштановых почв из периодически промывного в целинных условиях в результате увеличения расхода влаги корнями деревьев, в том числе из грунтовых вод, превращается в десуктивно-выпотной с периодическим сквозным промачиванием ([Киссис, Польский, 1963](#); [Роде, Польский, 1963](#); [Базыкина, 1966, 1974](#)).

При создании лесных насаждений нарушается равновесное состояние воды в пресных линзах за счет увеличения десуктивного расхода. При культивировании высокотранспирирующих древостоев, например, из дуба черешчатого (*Quercus*



robur L.), вяза приземистого, происходит не только полный расход влаги весенней влагозарядки почв, но и потребление около 400 мм из грунтовых вод. Поэтому с течением времени пресная линза исчерпывается ([Киссис, Польский, 1963](#); [Оловяникова, 1977, 1991](#); [Сапанов, 2003](#)).

Определение десуктивного расхода влаги из грунтовых вод является трудной задачей, так как при этом образуется депрессионная воронка в грунтовых водах максимальной глубиной около 2.5 м, при непрекращающемся одновременном замещающем подтоке влаги извне. Величину этого подтока рассчитывали по скорости осеннего коррективного водоподъема (при отсутствии транспирации) и коэффициента удельной водоотдачи тяжелосуглинистых грунтов. ([Базыкина, 1974](#); [Базыкина, Максимюк, 1978](#); [Киссис, Польский, 1963](#); [Оловяникова, 1977](#); [Роде, Польский, 1963](#)). Предложен комбинированный метод расчета по скорости ночного водоподъема грунтовых вод при суточной пульсации ее уровня. Проведенные исследования позволили также предположить, что десукция из грунтовых вод регулируется пропускной способностью капиллярной каймы ([Сапанов, 2000, 2003](#)). Отметим, что до сих пор нет общепризнанного метода оценки расхода из грунтовых вод и определения коэффициента водоотдачи с учетом заземленного воздуха при столь динамических флуктуациях: летней суточной амплитуде 10–17 см/сут и его сезонном опускании и подъеме.

Также было трудно определить механизм замещения расходуемой насаждениями влаги. Первоначально считалось, что это замещение будет происходить из этой же линзы с соседних целинных участков за счет бокового подтока пресной воды, так как предполагалось, что на незначительной глубине существует глинистый водоупор. Поэтому, например, при посадке дендрария на большой падине площадью около 6 га была оставлена 1/5 ее часть даже не под целинной растительностью, а под “вечным” паром (для уменьшения транспирации травянистой растительности). Однако линзы пресной воды все равно стали постепенно засоляться ([Карандина, Эрперт, 1972](#), [Сапанов, 1990, 2000](#); [Оловяникова, 1991](#)). Позже было выявлено, что боковой подток осуществляется лишь под опушечные ряды, а под остальную часть древостоев замещение десуктивно использованной воды происходит за счет

гидростатического поступления засоленных вод из нижележащего межпластового песчаного горизонта. Впервые предположение о таком механизме замещения воды было высказано Г.П. Максимюк, а затем подтверждено в работах других сотрудников ([Оловянникова, 1991](#); [Сапанов, 2003](#)).

В многополосных сомкнутых древостоях (небольших массивах) из дуба, вяза, кленов, тополей постепенное засоление пресных линз происходит уже к их 20–30-летнему возрасту. Срединная часть древостоев начинает усыхать за счет уменьшения водопотребления, так как деревья физически не могут использовать засоленные грунтовые воды ([Оловянникова, Линдеман, 2000](#); [Сапанов, 2005](#)). Лесонасаждения на больших падинах жизнеспособны лишь при посадке узкой полосой (шириной до 11 м) или небольшими куртинами (площадью до 200 м<sup>2</sup>), только в этом случае обеспечивается боковой подток воды из-под целины под весь этот участок. Наилучшие условия складываются при возможности периодического пополнения педин тальми водами при весеннем стоке, в действительности же, многие из них отсечены от своих водосборных площадей канавами, насыпями, дорогами и другими сооружениями ([Сапанов, 2003](#)).

Показано разное функциональное воздействие на лесные насаждения осадков и грунтовых вод. Почвенная влага, накопленная за холодный период года, участвует в формировании всей листовой массы и приростов деревьев. Летние осадки (около 150 мм) оказывают преимущественно опосредованное влияние на жизнедеятельность деревьев, препятствуя возникновению атмосферной засухи. Грунтовые воды, обеспечивая транспирацию (и фотосинтез), способствуют накоплению запасных веществ, которые необходимы деревьям для успешного возобновления вегетации на следующий год. Грунтовые воды во второй половине вегетационного сезона часто являются единственным источником десукции деревьев при полном отсутствии влаги в зоне аэрации ([Сапанов, 2006](#)).

На больших падинах выявлен интересный механизм зоогенного почвенного влагонакопления под лесонасаждениями из дуба черешчатого. При периодических весенних затоплениях педин большая часть талой воды сбрасывается в грунтовые воды по открытым норам лесных мышей (во все еще промерзшей почве), которые непосредственно связаны со сгнившими корневыми систе-

мами погибших деревьев. Такая провальная инфильтрация талых вод увеличивает влагонакопление в культурах дуба относительно других участков ([Быков, Сапанов, 1989](#)).

**На лугово-каштановых почвах западин** также возможно выращивание сомкнутых лесонасаждений. Здесь древостои обычно занимают всю их площадь, поэтому пресные линзы расходуются ими в течение первых десятилетий, однако деревья остаются жизнеспособными до настоящего времени (65 лет). Данный феномен объясняется тем, что в этих западинах намного чаще (почти ежегодно), чем в больших падинах, происходит полное (сквозное) промачивание зоны аэрации и небольшое пополнение пресной линзы за счет дополнительного снегонакопления и поверхностного притока воды не только весной, но и при сильных зимних оттепелях. Поэтому такие куртинные лесонасаждения могут существовать неопределенно долго ([Оловянникова, 1976](#); [Базыкина, 1966, 1974](#); [Сапанов, 1988](#)).

Сотрудники стационара всегда критически относились к идеям Т.Д. Лысенко. С этой точки зрения интересна история испытания предложенного им квадратно-гнездового способа посева желудей дуба черешчатого ([Лысенко, 1949](#)). По предложению В.Н. Сукачева и А.А. Роде на стационаре на лугово-каштановых почвах падин были заложены участки, в том числе, как предлагалось Лысенко, под покровом сельскохозяйственных культур. Этими опытами С.Н. Карандиной и М.Н. Польским была доказана несостоятельность положения Т.Д. Лысенко о слабой внутри- и межвидовой конкуренции при таком способе лесопосадки. Выявлено отставание в росте и гибель дубков в срединной части гнезда (лунки) вследствие ухудшения их влагообеспеченности по сравнению с опушечными экземплярами. Была доказана и невозможность нормального роста сеянцев под покровом сельскохозяйственных культур, также из-за дефицита влаги в почве ([Карандина, 1953, 1962](#); [Карандина, Польский, 1961](#)).

Большое значение для успешного разрешения некоторых важных в теоретическом и практическом отношении проблем имели исследования паробразной влаги.

В многолетних полевых опытах на почвах комплекса установлено, что большая доля почвенной влаги (до 100 мм за вегетационный период) в напряженных погодных условиях полупусты-

ни расходуется как в жидкой, так и в парообразной форме на непроизводительное физическое испарение. Этот вывод поставил под сомнение целесообразность применения в системе земледелия засушливых регионов чистого пара как влагосберегающего и влагонакопительного приема. То немалое количество влаги, которое расходуется непроизводительно, может быть использовано посевами сельскохозяйственных культур при условии укороченного периода их вегетации и использования на зеленый корм или сидерацию. В остальную часть вегетационного сезона возможны обработка почв в целях борьбы с сорняками, внесения удобрений ([Абрамова, Большаков, 1960](#); [Базыкина, 1989](#)).

Отметим решение интересной и важной проблемы, связанной с особенностью функционирования лесных насаждений в нелесопригодных полупустынных условиях. Выявлено, что в течение вегетационного сезона при отсутствии осадков и доступной для растений почвенной влаги при иссушении почв до влажности завядания листья деревьев продолжают транспирировать, обеспечивая жизнеспособность насаждений. На солонцах и лугово-каштановых почвах было организовано одновременное изучение влажности почвы, передвижения парообразной влаги и термодинамических градиентов в системе почва–растение с использованием гигроскопического, криоскопического и тензиометрического методов, а также почвенных конденсометров. В результате этих исследований установлена возможность поглощения листьями растений скудных летних атмосферных осадков (при их наличии), а также влаги из глубинных слоев почвы, передвигающихся к корням в парообразной форме ([Абрамова, 1958, 1962, 1963](#); [Заблочкий, 1979](#); [Цельникер, 1960, 1969](#));).

На стационаре проводились исследования по оценке возможности и последствий применения орошения почв солонцового комплекса. Выявлена опасность обустройства больших площадей под орошение из-за их засоленности и близкого залегания уровня грунтовых вод. Рекомендовалось только выборочное орошение небольших участков, преимущественно больших падин и лиманов ([Большаков и др., 1964, 1967](#)). Обоснованность этих рекомендаций проявилась в 1970-е годы, после крупномасштабного внедрения обводнительно-оросительных сетей, которые приводили к быстрому (в течение 6–8 лет) вторичному засолению всех типов почв

на орошаемых участках (площадь каждого была около 1000 га) и на приканальных территориях ([Сапанов, Сиземская, 1989](#); [Сиземская и др., 2008](#), [Толпешта и др., 1997](#)).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В середине XX в. в междуречье Волги и Урала был заложен Джаныбекский стационар для изучения проблем лесовыращивания на глинистых полупустынных землях. Отличительной особенностью его работы являлся комплексный подход к решению научных проблем, в том числе почвенной гидрологии. Высокий уровень научных исследований был обусловлен руководством Алексея Андреевича Роде, одним из основоположников учения о почвенной влаге.

Практическим воплощением результатов комплексных исследований является рукотворный лесной оазис в полупустыне, в состав которого входят узкополосные агролесомелиоративные системы, дендрарии на большой падине и почвах солонцового комплекса, небольшие лесные массивы на падинных, плодовый сад и ягодники. Уникальность Джаныбекского стационара Института лесоведения РАН подтверждена Постановлением Правительства РФ № 719 от 16 июня 1997 г., объявившим его Памятником природы федерального значения.

Оригинальность, разносторонность и глубину научных исследований с большим практическим значением, обеспечивалась здесь сотрудниками многих научных и учебных заведений под руководством А.А. Роде. Стационар “де факто” являлся и до сих пор является центром коллективного пользования по изучению природы аридных территорий.

За время существования стационара опубликовано более 800 научных работ по проблемам функционирования естественных и искусственных экосистем, среди которых достойное место занимают статьи и монографии по почвенной влаге. Многие полученные результаты имеют большое теоретическое и практическое значения.

Проведенные исследования являются основой для дальнейших работ по выявлению общего тренда изменения водно-солевого режима почвогрунтов в результате современного изменения климата. Необходимо продолжение изучения роли капил-

лярной каймы в десуктивном расходе грунтовых вод, механизмов межпластового водообмена и особенностей процесса засоления–рассоления почвенно-грунтовой толщи вследствие десукции растительностью и инфильтрации талых вод, некоторых механизмов метелевого снегопереноса и поверхностного стока талых вод, причин сохранности древостоев при почвенной и атмосферной засухе и многих других особенностей движения влаги в ландшафтах полупустыни.

Эти работы особенно важны для практического применения при обосновании локальных лесоаграрных комплексов, роль которых на исконно безлесных территориях бесценна для улучшения и оптимизации природопользования и условий проживания местного населения. Это особенно важно на современном этапе развития, когда происходит трансформация режима землепользования и на место бывших крупных совхозов приходят небольшие фермерские хозяйства, стремящиеся максимально приспособиться к суровым природно-климатическим условиям полупустынного региона.

Нам не известны другие научные центры (не только на постсоветском пространстве), где изучение почвенной влаги проводилось бы в таком объеме, в многолетнем аспекте (в течение 65 лет), с таким разнообразием поставленных и решенных научно-практических задач.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абрамова М.М.* К вопросу об эффективности летних осадков в условиях засушливого климата // Почвоведение. 1962. №9. С. 44–53.
2. *Абрамова М.М.* О передвижении парообразной влаги в почве // Почвоведение. 1963. № 10. С. 49–63.
3. *Абрамова М.М.* Опыты по изучению испарения влаги из почвы // Тр. Ин-та леса АН СССР. 1958. Т. 38. С. 126–139.
4. *Абрамова М.М., Большаков А.Ф.* К вопросу об агрогидрологической роли чистого пара // Сб. тр. по агрономической физике (Агрофизический научно-исследовательский институт ВАСХНИЛ). 1960. Вып. 8. С. 50–57.
5. *Абрамова М.М., Судницын И.И., Цельникер Ю.Л.* Влагопотребление и водный режим вяза мелколистного на мелиорированном солончаковом солонце в условиях полупустыни // Почвоведение. 1966. № 6. С. 23–27.
6. *Базькина Г.С.* Водный режим и водный баланс мелиорируемых почв в культурных биогеоценозах // Биогеоэкологические основы освоения полупустыни Северного Прикаспия. М.: Наука, 1974. С. 63–147.

7. *Базыкина Г.С.* Водный режим мелиорируемых почв солонцового комплекса под лесной полосой // Почвоведение. 1966. №12. С.64–76.
8. *Базыкина Г.С.* Почвы степной и сухостепной зон в аномальных погодных условиях последних десятилетий // Бюл. Почв. ин-та В.В. Докучаева. 2014. Вып. 73. С. 95–120.
9. *Базыкина Г.С.* Роль чистого пара в улучшении влагообеспеченности сельскохозяйственных культур в полупустынной зоне Северного Прикаспия // Повышение продуктивности полупустынных земель Северного Прикаспия. М.: Наука, 1989. С. 120–135.
10. *Базыкина Г.С., Максимюк Г.П.* Влияние древесных насаждений на режим и состав почвенно-грунтовых вод под большими падьнами Северного Прикаспия // Вопросы гидрологии и генезиса почв. М.: Наука, 1978. С. 32–45.
11. *Большаков А.Ф.* Изменение водного режима почв солонцового комплекса при их освоении // Плодородие и мелиорация почв СССР. М., 1964. С. 189–195.
12. *Большаков А.Ф.* Опыт мелиорации солончаковых солонцов и пути освоения почв солонцового комплекса // Тр. Ин-та леса АН СССР. 1958. Т. 38. С. 12–20.
13. *Большаков А.Ф.* Опыт мелиорации солончаковых солонцов северо-западной части Прикаспийской низменности // Тр. Комплексной экспедиции по вопросам полезащитного лесоразведения АН СССР. 1952. Т. 2. Вып. 3.
14. *Большаков А.Ф., Егоров В.В., Роде А.А.* О перспективах организации орошения в Заволжье // Почвоведение. 1964. № 2.
15. *Большаков А.Ф., Иванова Е.Н., Роде А.А.* Перспективы орошения Северной части Прикаспийской низменности // Почвоведение. 1967. № 3. С. 3–11.
16. *Большаков А.Ф., Эрперт С.Д., Шейнин Л.Б.* Пути сельскохозяйственного освоения полупустыни. М.: Наука, 1983. 72 с
17. *Быков А.В., Сапанов М.К.* Значение роющей деятельности мелких млекопитающих в процессах накопления воды в лесных насаждениях глинистой полупустыни // Экология. 1989. № 1. С. 50–55.
18. *Гришин И.С.* Особенности переноса и накопления снега в условиях Западного Казахстана // Метеорология и гидрология. 1962. № 12. С. 30–32.
19. *Гришин И.С.* Связь переноса снега с площадью водосбора // Метеорология и гидрология. 1970. № 5. С. 88–90.
20. *Заблоцкий В.Р.* О доступности почвенной влаги для вяза мелколистного на мелиорированном солончаковом солонце // Лесоведение. 1979. № 5. С. 52–60.
21. *Карандина С.Н.* Развитие всходов дуба в зависимости от интенсивности их взаимодействия между собой // Докл. АН. 1953. Т. 89. Вып. 4.
22. *Карандина С.Н.* Экологическая дифференцировка дуба в густых посевах // Сообщения Лаборатории лесоведения АН СССР. 1962. Вып. 6. С. 28–34.
23. *Карандина С.Н., Польский М.Н.* Опыт гнездового посева дуба с кулисами из подсолнечника и сорго на темноцветной почве большой падьны

в полупустыне Прикаспия // Сообщения Лаборатории лесоведения АН СССР. 1961. Вып. 4. С. 70–85.

24. *Карандина С.Н., Эрперт С.Д.* Климатические испытания древесных пород в Прикаспийской полупустыне. М.: Наука, 1972. 127 с.

25. *Киссис Т.Я., Польский М.Н.* Водный режим темноцветной черноземовидной почвы большой падины под древесным насаждением // Водный режим почв полупустыни. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 81–154.

26. *Ковда В.А., Большаков А.Ф., Боровский В.М.* О мелиорации солонцов Каспийской низменности методом плантажа // Проблемы советского почвоведения. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1938. Вып. 6. С. 23–34.

27. *Лысенко Т.Д.* Инструкция по посеву полезащитных лесных полос гнездовым способом на 1950 год. М.: Изд-во Минсельхоза СССР, 1949. 16 с.

28. *Мозесон Д.Л., Польский М.Н., Распопов М.П., Свисюк И.В.* Наблюдения за распределением снежного покрова и процессом снеготаяния на опытных участках Джаныбекского стационара весной 1951 г. // Тр. Ин-та леса АН СССР. 1955. Т. 25. С. 30–54.

29. *Оловяникова И.Н.* Баланс влаги в черноземовидной почве под насаждением вяза мелколистного // Почвоведение. 1977. № 12. С. 77–87.

30. *Оловяникова И.Н.* Влияние вязового насаждения на гидрологический режим почв пادين полупустыни Северного Прикаспия // Почвоведение. 1991. № 7. С. 116–126.

31. *Оловяникова И.Н.* Влияние лесных колков на солончаковые солонцы. М.: Наука, 1976. 127 с.

32. *Оловяникова И.Н.* Лесомелиоративные полезащитные системы в полупустыне Северного Прикаспия // Вестн. с.-х. науки. 1989. № 8 (896). С. 125–129.

33. *Оловяникова И.Н.* Расход влаги целинной растительностью полупустыни Прикаспия // Почвоведение. 1966. № 12. С. 53–63.

34. *Оловяникова И.Н.* Функционирование агролесомелиоративных систем на почвах солонцового комплекса Северного Прикаспия // Лесоведение. 1994. № 2. С. 54–64.

35. *Оловяникова И.Н., Линдеман Г.В.* О причинах недолговечности культур вяза мелколистного на юго-востоке Европейской России в лучших условиях роста // Лесоведение. 2000. № 5. С. 22–42.

36. Рекомендации по защитному лесоразведению и лесной мелиорации в глинистой полупустыне Северного Прикаспия (в междуречье Волги и Урала) для комплексных почв, включающих до 50–60% солончаковых солонцов. М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1988. 68 с.

37. Рекомендации по мелиорации и богарному освоению почв полупустынного комплекса северной части Прикаспийской низменности. М., 1977. 32 с.

38. *Роде А.А.* Джаныбекский стационар, его задачи и организация // Тр. Комплексной научной экспедиции по вопросам полезащитного лесоразведения. М.: Изд-во АН СССР, 1952. Т. 2. Вып. 3. С. 5–9.



39. *Роде А.А. (при участии М.Н.Польского)*. Водный режим и баланс целинных почв полупустынного комплекса // Водный режим почв полупустыни. М., 1963. С. 5–83.
40. *Роде А.А.* Избр. тр. Т. 4. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. 2009. 597 с.
41. *Роде А.А.* К вопросу о “водно-физических константах” почвы // Вопросы генезиса и географии почв. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 165–178.
42. *Роде А.А.* К вопросу о происхождении “мертвого горизонта” и о разновидностях непромывного типа водного режима // Вопросы генезиса и географии почв. М.: Изд-во АН СССР, 1957. С. 165–178.
43. *Роде А.А.* Климатические условия района Джаныбекского стационара // Сообщения Лаборатории лесоведения АН СССР. 1959. Вып. 1. С. 3–40.
44. *Роде А.А.* О наименьшей влагоемкости // Почвоведение. 1966. № 12. С. 43–53.
45. *Роде А.А.* Опыт организации комплексных биогеоценологических стационарных исследований (по материалам Джаныбекского стационара Института леса АН СССР) // Тр. Ин-та леса АН СССР. 1958. Т. 38. С. 34–45.
46. *Роде А.А.* Опыт освоения целинных земель в полупустыне Прикаспийской низменности // Природа. 1955. № 1.
47. *Роде А.А.* Почвенные гидрологические горизонты и почвенный гидрологический профиль // Почвоведение. 1969. № 3. С. 93–100.
48. *Роде А.А., Польский М.Н.* Почвы Джаныбекского стационара, их морфологическое строение, механический и химический состав и физические свойства // Тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 1961. Т. 56. С. 3–214.
49. *Сапанов М.К.* [Влагообеспеченность лесных культур на разных типах почв Северного Прикаспия](#) // Почвоведение. 2002. № 9. С. 1089–1097.
50. *Сапанов М.К.* [Влияние изменения климата на обводненность Северного Прикаспия](#) // Аридные экосистемы. 2010. Т. 16. № 45. С. 25–30.
51. *Сапанов М.К.* Влияние лесных насаждений на режим и минерализацию грунтовых вод в полупустыне Северного Прикаспия // Лесоведение. 1990. № 3. С. 62–67.
52. *Сапанов М.К.* Основные принципы создания адаптированных колочно-западинных насаждений в глинистой полупустыне // Лесное хозяйство. 1988. № 5. С. 29–30.
53. *Сапанов М.К.* [Оценка десукции лесных культур на разных типах почв в Прикаспийской полупустыне](#) // Почвоведение. 2000. № 11. С. 1318–1327.
54. *Сапанов М.К.* [Причины усыхания культур дуба черешчатого на гидроморфных лугово-каштановых почвах Северного Прикаспия](#) // Лесоведение. 2005. № 5. С. 10–17.
55. *Сапанов М.К.* [Роль атмосферных осадков и грунтовых вод в жизнедеятельности лесных насаждений аридных регионов](#) // Лесоведение. 2006. № 4. С. 12–20.

56. Сапанов М.К. Экология лесных насаждений в аридных регионах. Тула: Гриф и К, 2003. 248 с.
57. Сапанов М.К., Колесников А.В., Сиземская М.Л. Научное наследие Джаныбекского стационара. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 97 с.
58. Сапанов М.К., Сиземская М.Л. Водно-солевой режим приканальных территорий и роль лесных полос в его регулировании // Повышение продуктивности полупустынных земель Северного Прикаспия. М.: Наука, 1989. С. 163–182.
59. Сапанов М.К., Сиземская М.Л. [Изменение климата и динамика ценной растительности в Северном Прикаспии](#) // Поволжский экологический журнал. 2015. № 3. С. 307–320.
60. Сапанов М.К., Сиземская М.Л. [Климатогенные изменения травянистой растительности на солончаковых солонцах Северного Прикаспия](#) // Поволжский экологический журнал. 2010. № 2. С. 185–193.
61. Сапанов М.К., Сиземская М.Л., Оловянная И.Н. [Агролесомелиоративная система адаптивного природопользования в богарных условиях полупустыни Северного Прикаспия](#) // Почвоведение. 2005. № 3. С. 264–270.
62. Свисюк И.В. Снежный покров в условиях комплексной полупустыни северо-западной части Прикаспийской низменности в зимние сезоны 1950/51 и 1951/52 гг. // Тр. Ин-та леса АН СССР. 1955. Т. 25. С. 2–59.
63. Сиземская М.Л. Современная природно-антропогенная трансформация почв полупустыни Северного Прикаспия. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. 276 с.
64. Сиземская М.Л., Дускинова Б.Т., Толпешта И.И., Соколова Т.А. [О динамике солевого состояния почв солонцового комплекса Палласовской обводнительно-оросительной системы в связи с колебаниями уровня грунтовых вод и изменением режима орошения](#) // Вестник Моск. ун-та. Сер. 17, почвоведение. 2008. № 3. С. 20–24.
65. Соколова Т.А., Сиземская М.Л., Сапанов М.К., Толпешта И.И. [Изменение содержания и состава солей в почвах солонцового комплекса Джаныбекского стационара за последние 40–50 лет](#) // Почвоведение. 2000. № 11. С. 1328–1339.
66. Толпешта И.И., Соколова Т.А., Сиземская М.Л. [Сравнительная оценка влияния орошения и агролесомелиорации на солевое состояние почв солонцового комплекса Северного Прикаспия](#) // Моск. ун-та. Сер. 17, почвоведение. 1997. № 1. С. 15–23.
67. Цельникер Ю.Л. Пути приспособления древесных пород к перенесению засухи в условиях степи // Физиология устойчивости растений. М.: Изд-во АН СССР. 1960. С. 450–453.
68. Цельникер Ю.Л. Зависимость показателей водного режима древесных пород от давления почвенной влаги // Лесоведение. 1969. № 2. С. 39–44.

## **THE RESULTS OF SOIL WATER INVESTIGATIONS IN DJANYBEK STATIONARY**

**M. K. Sapanov**

*Institute of Forest Science,  
Russia, 143030, Moscow region, Uspenskoe, Str. Sovetskaya, 21*

A review of results obtained for 65 years of investigations of soil water conducted by A. A. Rode and a team of Djanybek Stationary is provided. The mechanisms of precipitation distribution over the territory during the snow transport and melt waters runoff are revealed. Soil and hydrological constants, such as maximum and minimum water holding capacity, moisture of capillary bounds destruction, and wilting point, were determined. The efficiency of precipitation and summer fallow in arid conditions were evaluated. There also was evaluated the role of vaporous water for trees water supply. The specificities of water regime and water circulation for virgin lands and meliorated solonchak solonetztes, light chestnut soils and meadow-chestnut soils under forest strips were studied. A method of water balance calculation was suggested, including the determination of ground water consumption by plants and then evapotranspiration. A new method of melioration of solonchak solonetztes in dryland conditions was suggested basing on the additional snow accumulation with the help of narrow-row forest stands. There are suggested ways of creation of sustainable agro-forest meliorative complexes and forest pricklies on that territory, characterized by longevity due to optimal snow mass distribution and optimal use of ground waters from fresh water lenses of local topography depressions. The perspectives of investigations of soil waters in semidesert ecosystems in conditions of climate changes and changes in agricultural use of semidesert lands were marked.

*Keywords:* soils of solonetz complex, agro-forest melioration, soil and hydrological constants, water regime and ballance, ground waters.