

16. Snow melting water infiltration mechanism of farmland freezing-thawing soil and determination of meltwater infiltration parameter in seasonal frozen soil area / Y. Li, Q. Fu, T. Li, D. Liu, R. Hou, Q. Li, J. Yi, M. Li, F. Meng // *Agricultural Water Management*. 2021. No 258. 13 p.

17. Vavin V. S., Popov A. V., Syromyatnikov V. Yu. Snow-regulating role of forest belts depending on the field area // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2019. № 392. 7 p.

Информация об авторе

Кулик Анастасия Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории защиты почв от эрозии, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук (РФ, 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 97), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8736-5464>, e-mail: kulik-a@vfanc.ru

Authors Information

Kulik Anastasia Vladimirovna, candidate of agricultural sciences, senior researcher at the Laboratory of Soil Protection from Erosion of the Federal Research Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Candidate of agricultural sciences (Russia, 400062, Volgograd, pr. Universitetsky, 97), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8736-5464>, kulik-a@vfanc.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-13

STUDY OF THE WATER BALANCE OF SANDY LANDS BASED ON GEOINFORMATION MAPPING

A. K. Kulik

Federal State Budget Scientific Institution

*«Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective
Afforestation of the Russian Academy of Science»
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: kulikak79@yandex.ru

*The work was carried out within the framework of the State Assignment №122020100450-9
"Development of a new methodology for optimal management of bioresources in agrolandscapes of
the arid zone of the Russian Federation using system-dynamic modeling of soil-hydrological
processes, integrated assessment of the impact of climate change and anthropogenic loads on the
agrobiological potential and forest conditions"*

Received 01.07.2023

Submitted 15.08.2023

Abstract

Introduction. Sandy massifs of the Don River and its tributaries, with a total area of more than 1 million hectares, are local hydraulic reservoirs and desalinators of river waters. Atmospheric precipitation, passing through the salt-washed aeration zone, drains into groundwater, springs and rivers. The volume of this water mass depends on the amount of precipitation, the type of sand and the biomass growing in the studied territories. **Materials and methods.** The purpose of the work is to determine the quantitative and qualitative indicators of the water supply of plant formations and river systems, based on the study of the water balance of different types of sands and the determination of their areas when deciphering satellite images of the territory. To accurately calculate the water balance of the sub-region, it is necessary to identify the types of soil and vegetation conditions and the areas occupied by them. When using geoinformation mapping based on the decoding of satellite images by the method of selection of standards and pixel image analysis, the main types of sands and the area of living ground cover in the key area of the Hopero-Medveditsky sand massif were identified. During field studies, the vegetation cover was studied and the features of the water balance for each standard were determined, the amount of water discharged by a key site in the Kumylga river was determined. **Results and conclusion.** On the basis of the selected benchmarks and further interpretation of the space image of the territory, a soil and vegetation map of the key area was drawn up and the areas of sandy land types were determined. Based on water-balance studies at the key site, the annual discharge of precipitation to groundwater is 5348 thousand m³. Water intakes in the operating springs and on the left bank of the Kumylga river allowed to confirm the correctness of our calculations.

Key words: *sandy massif, water balance, decryption, mineralization, type of sandy soils.*

Citation. Kulik A. K. Study of the water balance of sandy lands based on geoinformation mapping. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 132-141 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-13.

Author's contribution. The author of this study independently planned, performed and analyzed the data obtained. The author of this article has familiarized and approved the submitted final version.

Conflict of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

УДК 631.432:528.8

ИЗУЧЕНИЕ ВОДНОГО БАЛАНСА ПЕСЧАНЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

А. К. Кулик, кандидат сельскохозяйственных наук

*ФГБНУ Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук
г. Волгоград, Российская Федерация*

Работа выполнена в рамках Государственного задания №122020100450-9 «Разработка новой методологии оптимального управления биоресурсами в агроландшафтах засушливой зоны РФ с использованием системно-динамического моделирования почвенно-гидрологических процессов, комплексной оценки влияния климатических изменений и антропогенных нагрузок на агробиологический потенциал и лесорастительные условия»

Актуальность. Песчаные массивы р. Дон и его притоков, общей площадью более 1 млн. га, являются локальными гидрорезерватами и опреснителями речных вод. Атмосферные осадки, проходя через зону аэрации, промытую от солей, дренируются в грунтовые воды и далее в родники и реки. Объем этой водной массы зависит от величины осадков, типа песков и произрастающей на изучаемых территориях растительности. **Материалы и методы.** Цель работы – определение количественных и качественных показателей воды, идущей на водопитание растительных формаций и речных систем, на основе изучения водного баланса разных типов песков и определения их площадей при дешифрировании космоснимков территории. Для расчета водного баланса субрегиона были выделены типы почвенно-растительных условий и занимаемые ими площади. При применении геоинформационного картографирования, основанного на дешифрировании космических снимков методом подбора эталонов и пиксельного анализа изображения, выявлены основные типы песков и площадь живого напочвенного покрова на ключевом участке Хоперо-Медведицкого песчаного массива. При полевых исследованиях изучен растительный покров и определены особенности водного баланса для каждого эталона, определено количество сбрасываемой воды ключевым участком в р. Кумылга. **Результаты исследований.** На основе выделенных эталонов и дальнейшего дешифрирования космоснимка территории составлена почвенно-растительная карта ключевого участка и установлены площади типов песчаных земель. Исходя из водно-балансовых исследований на ключевом участке ежегодный сброс атмосферных осадков к грунтовым водам составляет 5348 тыс м³. Заборы воды в действующих родниках и на левобережье р. Кумылга позволили подтвердить правильность расчетов.

Ключевые слова: *песчаные массивы, водный баланс земель, картографирование, дешифрирование типы песчаных почв.*

Цитирование. Кулик А. К. (2023). Изучение водного баланса песчаных земель на основе геоинформационного картографирования. *Известия НВ АУК.* 2023. 3(71). 132-141. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-13.

Авторский вклад. Автор настоящего исследования самостоятельно планировал, выполнял и анализировал полученные данные. Автор настоящей статьи ознакомился с представленным окончательным вариантом и одобрил его.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Песчаные массивы вдоль р. Дон и его притоков посредством инфильтрации талых и дождевых вод являются гидрорезерватами и опреснителями речных систем [1]. На количество и качество проходящих через пески осадков влияет тип почвенного покрова, характер распространения и видовой состав произрастающей растительности [4, 9, 14]. Для точного определения всех статей водного баланса арен необходимо определить их площади. Песчаные массивы отличаются от зональных почв преобладанием увалисто-грядово-ложбинного и грядово-аккумулятивного рельефа (Гаель А. Г., Смирнова Л. Ф., 1999), где происходит резкая смена понижений с колковыми насаждениями на луговых почвах и повышенных форм с открытыми песками, местами заселенными псаммофитами. Здесь, даже на малых площадях, почвенный покров отличается большой пестротой, исследователям этот аспект сильно затрудняет процесс определения занимаемой площади тем или иным типом песков.

Геоинформационное картографирование на основе дешифрирования космоснимков позволяет довольно точно определить тип почвенного покрова и ареалы его распространения [3, 8]. Изучение водного баланса каждого отдельного типа песков и сопоставление результатов с полученными данными дешифрирования по занимаемой ими площади позволяют установить объемы поступающей воды из песков в речные системы.

Цель работы – определение количественных и качественных показателей воды, идущей на водопитание растительных формаций и речных систем, на основе изучения водного баланса разных типов песков и определения их площадей при дешифрировании космоснимков территории.

Материал и методы исследования. Объектом исследования являлся ключевой участок площадью 6,3 тыс. га на Хоперо-Медведицком песчаном массиве, расположенный севернее ст. Кумылженская Волгоградской области (N 49°55'06", E 42°39'85") у устья р. Кумылга. Почвы участка разнообразны по генезису, возрасту и плодородию. Большое значение имеет характер первоначального геологического наноса (древнего аллювия и делювия): однофазного песчаного или многофазного супесчаного и суглинистого. Зональными почвами здесь являются южные черноземы тяжелого гранулометрического состава с мощностью гумусового горизонта до 60 см и содержанием гумуса 5%. Почвы песчаного массива – азональны. Содержание гумуса в 3-4 раза меньше, почвы выщелочены и промыты от солей. Местами встречаются погребенные почвы, образованные в результате деятельности эоловых процессов.

Здесь активны циклоны, при прохождении которых скорость ветра увеличивается. Число дней в году с эрозионной скоростью ветра (≥ 8 м/с) – 81, как правило, они наблюдаются зимой и в ранневесенний период (Сажин А. Н., Кулик К. Н., Васильев Ю. И., 2010). Основное преобладающее направление ветров западно-юго-западное (11,2%), юго-восточное (10,0%), юго-западное (10,1%). При дешифрировании космоснимка исследуемого ключевого участка песчаного массива четко выделяются гряды открытых и слабозаросших песков расположенных перпендикулярно указанным ветровым потокам.

Песчаный массив располагается на севере степной природно-климатической зоне со среднегодовым количеством осадков 430 мм. В течение года они распределяются неравномерно. Большая их часть выпадает в поздневесенний и в летний периоды (май-август 43,3% от среднегодовой нормы), в результате западного переноса воздушных масс со стороны Атлантического океана (Сажин А. Н., Кулик К. Н., Васильев Ю. И., 2010).

Геоморфологическое строение исследуемого ключевого участка представлено тремя надпойменными террасами. Первая относится к Валдайскому оледенению и занимает площадью 1390 га. Расстилается от уреза воды р. Кумылга с отметками высот 60-75 м. В пределах первой террасы можно различить две ступени низкую с высоко-

бугристым рельефом (высота бугров 2-5 м) и высокую с грядовым рельефом (рис. 1). Средний уклон поверхности составляет $1,0^{\circ}$, максимальный местами достигает $5,9^{\circ}$. Вторая терраса Днепровского оледенения представляет собой относительно ровную пологоволнистую поверхность площадью 2300 га со средним уклоном $1,7^{\circ}$, расположена в пределах 75-100 м над у. м. Третья терраса Окского оледенения характеризуется слабоволнистым рельефом и в пределах ключевого участка занимает площадь 2445 га, средний уклон поверхности $1,5^{\circ}$.

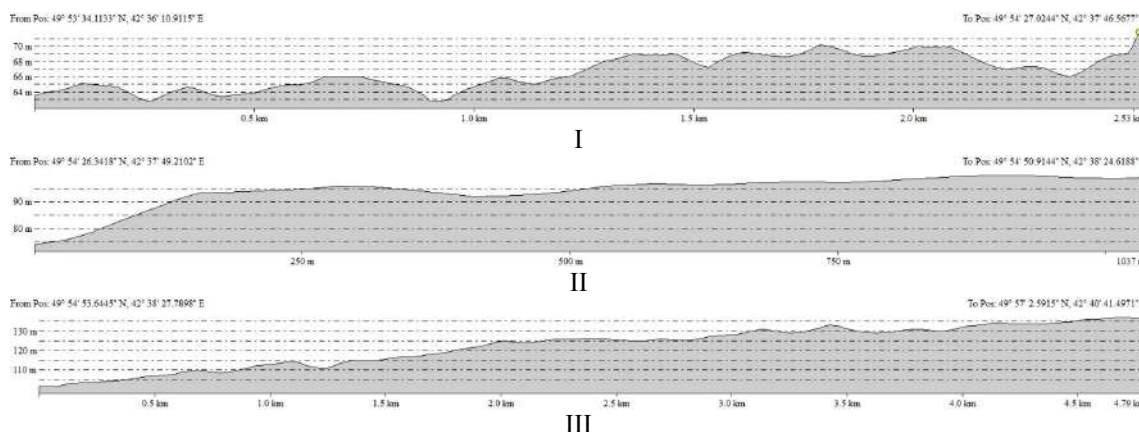


Рисунок 1 – Геоморфологические профили террас песчаного массива
Figure 1 – Geomorphological profiles of sandy massif terraces

Древесно-кустарниковая растительность представлена естественными пойменными и колковыми лесами, в породном составе преобладают береза повислая (*Betula pendula*), осина (*Populus tremula*), ольха черная (*Alnus glutinosa*), дуб черешчатый (*Quercus robur*), различные виды ив и тополей, в культуры введена сосна обыкновенная. Травяной покров представлен разнотравно-дерново-злаковой и злаково-разнотравной ассоциациями, в понижениях – осоково-злаковой [2, 13].

Песчаные почвы ключевого участка имеют разную степень зарастания, что влияет на объемы водопитания пресной водой р. Кумылга. Для определения количественных и качественных характеристик проведено дешифрирование космоснимков поверхности с выделением различных типов песков и степени их зарастания. Это позволило составить почвенно-растительную карту и на ее основе рассчитать водный баланс территории.

Исследования велись по методике геоинформационного картографирования (Кули К. Н., 2004), которая включает в себя пять этапов: предварительное дешифрирование, полевое эталонирование, экстраполяцию дешифровочных признаков, полевой контроль, окончательное дешифрирование и составление карт [6].

На *предварительном этапе* подбирались мультиспектральные космические снимки М 1:37500, на которых облачность отсутствовала совсем или составляла менее 5%, с высоким качеством изображения и наличия соответствия спектрального диапазона снимка и объекта исследования. В прикладной компьютерной программе Global Mapper при анализе космоснимка и снимка SRTM выделены надпойменные террасы и определены занимаемые ими площади.

На этапе полевого эталонирования важным моментом при дешифрировании является классификация объектов в зависимости от фототона изображения и его текстуры. Для этого применяется эталонирование – определение значения фототона изображения соответствующему выделяемому объекту. На цифровом снимке яркость объекта характеризуется определенными уровнями яркости полутоновой шкалы оттенков серого. Цвет является

ся более информативным дешифровочным признаком, чем тон черно-белого изображения, так как он изменяется в трех спектрах (RGB) (Курлович Д. М., 2011). Все элементы ландшафта характеризуются присущими только им особенностями отражения солнечного излучения и обладают уникальными спектрами. Анализируя кривые спектральной яркости изображения, на них можно выделить отрезки характеризующие свойства объекта. В настоящее время чаще всего используется спектральный образ объекта. В зависимости от набора значений спектральной яркости пикселей на снимке определяют его соответствие к определенному классу объектов, т. е. выполняют его классификацию [12].

При этом важно не только выбрать значимые дешифровочные признаки, но и описать их математически. Статистический анализ в диапазоне RGB позволяет наиболее полно определить характеристики объектов. Для каждого выделенного эталона строилась соответствующая только ему гистограмма, представляющая собой графическое изображение количества пикселей для каждого значения фототона от 0 до 225 [6].

Основным дешифровочным признаком типа песчаных почв являлось изменение фототона изображения. Из-за разного содержания гумуса и степени зарастания они отличаются преобладанием более темных или светлых оттенков. Для песчаных почв было определено распределение пикселей на шкале гистограммы в диапазоне RGB, что позволило получить характерные для объекта статистические параметры.

На *третьем* этапе проводилось сравнение параметров распределения пикселей объекта на фотоэталоне и на космоснимке и осуществлялась привязка характеристик последнего к конкретному контуру. При дальнейшем дешифрировании растрового оцифрованного изображения выделялись контуры однородных объектов, отнесенных к определенным типам поверхности на основе принципа распределения пикселей одного фототона и осуществлялась их классификация. Зная площадь полученного изображения и общее количество пикселей, определялись площади объектов, расположенных на космоснимке.

Полевой контроль осуществлялся для сопоставления полученных при предварительном дешифрировании данных с натурными объектами. Проведены полевые исследования песчаных массивов для уточнения границ контуров и степени зарастания песчаных земель.

После *окончательного дешифрирования* и выделения контуров подсчитаны их площади и составлена почвенно-растительная карта ключевого участка.

По результатам определения площадей основных типов песчаных почв установлены основные количественные и качественные характеристики их водного баланса. При расчете водного баланса территории использовалась методика Г. Н. Высоцкого (1960). Физическое испарение в летний период рассчитано по формулам Н. Ф. Кулика (1979). Забор грунтовой воды для определения ее качества осуществлялся в действующих родниках и в р. Кумылга. Степень минерализации измеряли кондуктометром «HANNA» электрометрическим способом.

Результаты. При дешифрировании почв ключевого участка Хоперо-Медведицкого песчаного массива были выбраны эталоны, определены их статистические характеристики для дальнейшего установления площадей, занимаемых разными типами песчаных земель:

– древесно-кустарниковая растительность – распределение пикселей на космоснимке отличается преобладанием их в диапазонах G. График гистограммы смещен влево и имеет следующие средние характеристики тона R=32,7, G=37,8, B=25,4. Стандартное отклонение (σ) по всем диапазонам составляет 14,43, 15,15 и 13,45, соответственно. Вершины графиков по всем тонам расположены близко и на общей гистограмме имеют одну вершину, что говорит об однородности изображения на снимке;

– при анализе эталона открытых и слабозаросших песков установлено, что график гистограмм смещается вправо и имеет следующие средние значения тона: $R=232,6$ ($\sigma=9,3$), $G=221,6$ ($\sigma=11,1$), $B=199,9$ ($\sigma=16,5$). Преобладают пиксели в красном и зеленом диапазонах. На общей гистограмме RGB график имеет ассиметрию и вершина смещена вправо ($\sigma=18,6$);

– эталон почв черноземовидных дерново-степных мощных и темноцветных песчаных отложений древних водотоков отличается от открытых и слабозаросших песков смещением графика гистограмм влево. Эти почвы имеют более высокие показатели по наличию гумуса в верхних горизонтах, поэтому они характеризуются более темным окрасом. Значения тона изображения находятся в следующих диапазонах $R=74,0$ ($\sigma=7,5$), $G=71,6$ ($\sigma=7,9$), $B=60,8$ ($\sigma=8,44$). Общая гистограмма RGB имеет одну вершину и значения тона колеблются от 29 до 118;

– гистограмма описания эталона дерново-степных среднемощных почв (серопесков) близка к почвам древних водотоков, но так как эти почвы более бедны по гумусовому составу, они светлее луговых. Средние значения тона имеют следующие характеристики $R=96,1$ ($\sigma=8,5$), $G=87,7$ ($\sigma=8,7$), $B=81,7$ ($\sigma=9,2$). Гистограмма RGB имеет значения тона от 27 до 157 и характеризуется стандартным отклонением 10,6 со средним значением 88,5;

На основе выделенных эталонов и дальнейшего дешифрирования космоснимка территории составлена почвенно-растительная карта ключевого участка и определены площади разных типов песков в зависимости от степени их зарастания (рис. 2):

– открытые и слабозаросшие пески – мощность гумусового горизонта не превышает 10 см, а местами полностью отсутствует. Распространены практически по всему ключевому участку, но большая часть из них приурочена к центру массива при переходе с первой на вторую террасу. Здесь пески практически полностью открыты и наиболее подвержены дефляции. Для этих типов песков характерно заселение псаммофитами (овес песчаный, пырей мохнатый, полынь песчаная, василек и пр.) массой травостоя 0,2 т/га и общим проективным покрытием не более 40%;

– дерново-степные среднемощные почвы (серопески) – располагаются по границе открытых песков и почв древних водотоков узкой каймой. Мощность гумусового горизонта местами до 20 см. Преобладает типчаково-ковыльная ассоциация с урожайностью травостоя до 0,6 т/га. Общее проективное покрытие составляет 70-80%.

– черноземовидные дерново-степные мощные и темноцветные песчаные отложения древних водотоков получили свое распространение на третьей террасе и в границах долины пересыхающей р. Суходол в границах первой и второй террас с общим проективным покрытием 90%. Масса злаково-разнотравного травостоя не превышает 1,5 т/га;

– древесно-кустарниковая растительность на третьей террасе представлена лесными культурами сосны обыкновенной III бонитета, на второй террасе лесорастительные условия ухудшаются и бонитет их снижается до IV. Естественные леса на припойменных и балочных землях представлены в основном лиственными породами: дубом черешчатым, грушей лесной, терном и др. По низким местам преобладают береза повислая, осина, ольха черная.

При переходе от третьей террасы к пойме тип водного режима меняется от непромывного к промывному и десуктивно-выпотному [11]. Наличие растительности влияет на водно-физические свойства почв и количество поступающей воды (гравитационный сток) к грунтовым водам. Лесные массивы изменяют динамику поступления осадков в почву, задерживая часть из них на кронах и в подстилке; увеличивают период снеготаяния и впитывания воды в почву в результате затенения, уменьшая при этом

физическое испарение с поверхности; сокращают глубину промерзания; повышают инфильтрационную способность и пр. (Идзон П. Ф., Пименова Г. С., 1975). Влажность песчаных почв под лесными насаждениями к началу вегетационного периода близка к наименьшей влагоемкости. Летом в верхнем метровом слое запасы влаги сокращаются, так как в нем сосредоточено до 90% всех корней [7]. А осадки практически полностью перехватываются кронами деревьев и поверхностным слоем почвы, где они скоротечно испаряются (Гаель А. Г., Смирнова Л. Ф., 1999).

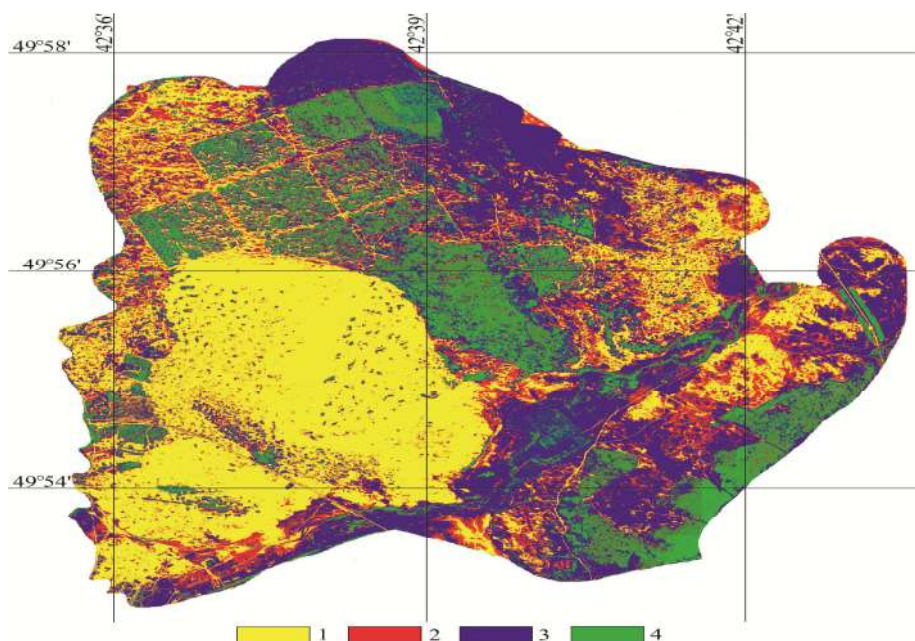


Рисунок 2 – Почвенно-растительная карта ключевого участка Хоперо-Медведицкого песчаного массива

(1 – слабозаросшие и открытые пески, 2 – дерново-степные среднетолстые почвы (серопески), 3 – черноземовидные дерново-степные толстые и темные песчаные отложения древних водотоков, 4 – древесно-кустарниковая растительность)

Figure 2 – Soil and vegetation map of the key section of the Khopero-Medveditsky sand massif (1 – slightly overgrown and open sands, 2 – sod-steppe medium-sized soils (seropeski), 3 – chernozem-like sod-steppe thick and dark-colored sandy deposits of ancient watercourses, 4 – tree and shrub vegetation)

В результате многолетних исследований водного баланса песчаных земель установлено, что в степной зоне на лесных участках на физическое испарение расходуется до 35% годовых осадков, 65% летних и 20% зимних. При равновеликом увлажнении ключевого участка атмосферными осадками (430 мм) физическое испарение составляет 198 мм. На высокой третьей террасе при непромывном типе водного режима на транспирацию используется вся оставшаяся влага. На второй террасе грунтовые воды залегают на 2^х м. Влагоемкость почв снижается, по сравнению с третьей террасой водный режим почв переходит в промывной. Лесные насаждения начинают активно использовать грунтовые воды на транспирацию, расход которых по составляет около 90 мм. Транспирационный расход – 310 мм. Почвенный покров первой террасы представлен примитивными неполно-развитыми бугристыми песками с наименьшей влагоемкостью 3-5%. Зимних осадков здесь хватает на полное насыщение почв влагой до начала гравитационного стока, расчетная величина которого составляет 24 мм в летний период, из приточных грунтовых вод на транспирацию расходуется 60 мм. Суммарный транспирационный расход составляет 268 мм. Общая площадь лесных участков составляет 981 га. Потребление лесными растениями грунтовых вод – 286 тыс. м³.

Открытые пески в отличие от лесных формаций являются источником пополнения грунтовых вод [5, 10]. На территории ключевого участка их площадь составляет 1176 га. Гравитационный сток – 2793 тыс. м³. Транспирация отсутствует. Все атмосферные осадки за исключением физического испарения инфильтруются в грунтовые воды.

Слабозаросшие пески на транспирацию расходуют от 140 мм на черноземовидных супесчаных почвах и до 92 мм на бугристых песках. В этом их принципиальное отличие от открытых песков. Гравитационный сток к грунтовым водам с площади 1431 га составляет 2010 тыс. м³.

Заросшие пески на ключевом участке занимают площадь 2456 га. Урожайность трав на третьей террасе может достигать 3-4 т/га. С ухудшением почвенных условий произрастания растений урожайность падает до 0,5-1 т/га. Транспирация колеблется от 270 до 185 мм в зависимости от наличия грунтовых вод на корневоступной глубине. Гравитационный сток на всем участке заросших песков составляет 546 тыс. м³.

Исходя из водно-балансовых исследований на ключевом участке ежегодный сброс осадков к грунтовым водам составляет 5348 тыс. м³. Качество воды, поступающей с песчаных массивов, высокое [15]. Заборы проб, осуществленные в действующих родниках, показали, что по минерализации они относятся к пресным и ультрапресным (0,2-0,04 г/л). Река Кумылга, проходя через рассматриваемый песчаный массив (протяженность 8 км), снижает минерализацию с 0,6 г/л до 0,5 г/л.

Близ х. Крапцовский на правом берегу р. Кумылга был искусственно прокопан водоток. В нем минерализация воды составила 1,1 г/л. Заборы воды, осуществленные на левобережье, показали уменьшение содержания солей до 0,18 г/л. В середине исследуемого водотока минерализация составила 0,6 г/л.

Выводы. Применение метода геоинформационного картографирования на основе дешифрирования космоснимков позволило выделить территории, характеризующиеся разными инфильтрационными свойствами, определить объемы поступающей с ключевого участка пресной грунтовой воды в р. Кумылга. Произрастание древесной растительности на песках в засушливой степной зоне без дополнительного водопитания из грунтовых вод возможно только на низкорослом уровне. В целом песчаные массивы обладают важнейшим экологическим свойством – опреснение речных систем. Исходя из водно-балансовых исследований на ключевом участке ежегодный сброс атмосферных осадков к грунтовым водам составляет 5348 тыс. м³. Гидрохимический анализ воды в действующих родниках и на левобережье р. Кумылги позволил подтвердить правильность представленных расчетов.

Conclusions. Application of geoinformation mapping method on the basis of space images interpretation allowed to identify the territories characterized by different infiltration properties, to determine the volumes of fresh groundwater flowing from the key site into the Kumylga River. The growth of woody vegetation on sands in the arid steppe zone without additional water supply from groundwater is possible only at a low-grade level. In general, sand massifs have the most important ecological property - desalinization of river systems. Based on water-balance studies at the key site, the annual discharge of precipitation to groundwater is 5348 thousand m³. Water quality sampling in the operating springs and on the left bank of the Kumylga River allowed to confirm the correctness of our calculations.

Библиографический список

1. Бородычев В. В., Кулик А. К., Кулик Н. Ф. Неистощительное водопитание и опреснение речных вод донского региона // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 3 (51). С. 26-34.
2. Власенко М. В. Видовое разнообразие и продуктивность пастбищных экосистем на песчаных почвах // Аграрный научный журнал. 2021. № 11. С. 17-21.

3. Дорошенко В. В., Балынова В. В. Оценка современных процессов опустынивания в республике Дагестан на примере локального песчаного массива // Научно-агрономический журнал. 2022. № 4 (119). С. 24-29.
4. Манаенков А. С., Костин М. В. Опыт научных исследований по повышению эффективности лесоразведения в южных степях России // Лесохозяйственная информация. 2017. № 3. С. 92-102.
5. Опыт лесомелиорации экосистем песчаных массивов Терско-Кумского междуречья / Г. А. Сурхаев, И. Г. Сурхаев, К. Н. Кулик, Г. П. Стародубцева // Экосистемы: экология и динамика. 2019. Т. 3. № 4. С. 5-23.
6. Рулев А. С., Юфев В. Г., Юфев М. В. Геоинформационное картографирование и моделирование эрозионных ландшафтов. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2015. 150 с.
7. Турчина Т. А., Банникова О. А. Приживаемость и особенности роста сосны крымской на песках среднего Дона при разной доступности грунтовых вод // Экологический Вестник Северного Кавказа. 2019. Т. 15. № 3. С. 74-80.
8. Шинкаренко С. С., Ткаченко Н. А., Юфев В. Г. Геоинформационный анализ хозяйственного освоения бассейна реки Дон // Вестник московского университета. Серия 5: География. 2022. № 3. С. 73-86.
9. Шульгин М. В., Власенко М. В. Гидрологическая роль лесных насаждений в формировании режима водных ресурсов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2021. № 1 (62). С. 144-152.
10. Hartmann A. The Hydrology of Groundwater Systems // Encyclopedia of Inland Waters. 2022. V. 3. Pp. 324-330.
11. Kulik A. K., Balkushkin R. N. Water regime types of the sand massifs of the Don river // Arid ecosystems. 2022. V. 1. № 4. Pp. 374-381.
12. Nan Ma, Shuang Su, Xiaoyu Li Image Classification Based on Color Style. Santa Clara University, 2016. 25 p. <https://github.com/susiesu2/ColorStyleClassification>.
13. Vlasenko M. V., Tyutyuma N. A. Productivity of pastoral ecosystems on the sand lands of the south of the European part of Russia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. "International Symposium "Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects". 2020. P. 012079.
14. Water-regime formation in sands of the Archeda–Don massif with respect to the distribution of plant formations / Kulik A.K., Kulik K.N., Vlasenko M.V., Sukhorukikh Y.I., Biganova S.G. // Arid ecosystems. 2021. Vol. 11. № 4. Pp. 358-366.
15. World Water Quality Alliance. Assessing Groundwater Quality: A Global Perspective: Importance, Methods and Potential Data Sources. A report by the Friends of Groundwater in the World Water Quality Alliance // Information Document Annex for display at the 5th Session of the United Nations Environment Assembly. Nairobi, 2021. 60 p.

References

1. Borodychev V. V., Kulik A. K., Kulik N. F. Remaining water supply and reduction of river waters of the Don region // Proceedings of the Lower Volga Agro-University Complex: science and higher education. 2018. № 3 (51). Pp. 26-34.
2. Vlasenko M. V. Diversity and productivity of pasture lands ecosystems on sandy soil // Agricultural Scientific Journal. 2021. № 11. Pp. 17-21.
3. Doroshenko V. V., Balynova V. V. Assessment of modern desertification processes in the Republic of Dagestan on the example of a local sand massif // Scientific and agronomic journal. 2022. № 4 (119). Pp. 24-29.
4. Manaenkov A. S., Kostin M. V. Experience in scientific research on improving the efficiency of forestry in the southern steppes of Russia // Forestry information. 2017. № 3. P. 92-102.
5. Experience of forest reclamation of ecosystems of sand massifs of the Tersk-Kumsky interfluvium / G. A. Surkhaev, I. G. Surkhaev, K. N. Kulik, G. P. Starodubtseva // Ecosystems: ecology and dynamics. 2019. V. 3. № 4. Pp. 5-23.
6. Rulev A. S., Yuferev V. G., Yuferev M. V. Geoinformation mapping and modeling of erosion landscapes. Volgograd: VNIALMI, 2015. 150 p.

7. Turchina T. A., Bannikova O. A. Rootiness and features of the growth of Crimean pine on the sands of the middle don with different availability of groundwater // Ecological Bulletin of the North Caucasus. 2019. V. 15. № 3. Pp. 74-80.
8. Shinkarenko S. S., Tkachenko N. A., Yuferev V. G. Geo-information analysis of the economic development of the Don River basin // Bulletin of Moscow University. Series 5: Geography. 2022. № 3. Pp. 73-86.
9. Shulgin M. V., Vlasenko M. V. The hydrological role of forest plantations in the formation of the water resources regime // Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippova. 2021. № 1 (62). Pp. 144-152.
10. Hartmann A. The Hydrology of Groundwater Systems // Encyclopedia of Inland Waters. 2022. V. 3. Pp. 324-330.
11. Kulik A. K., Balkushkin R. N. Water regime types of the sand massifs of the Don river // Arid ecosystems. 2022. V. 1. № 4. Pp. 374-381.
12. Nan Ma, Shuang Su, Xiaoyu Li Image Classification Based on Color Style. Santa Clara University, 2016. 25 p. <https://github.com/susiesu2/ColorStyleClassification>.
13. Vlasenko M. V., Tyutyuma N. A. Productivity of pastoral ecosystems on the sand lands of the south of the European part of Russia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. "International Symposium "Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects". 2020. P. 012079.
14. Water-regime formation in sands of the Archeda–Don massif with respect to the distribution of plant formations / Kulik A.K., Kulik K.N., Vlasenko M.V., Sukhorukikh Y.I., Biganova S.G. // Arid ecosystems. 2021. Vol. 11. № 4. Pp. 358-366.
15. World Water Quality Alliance. Assessing Groundwater Quality: A Global Perspective: Importance, Methods and Potential Data Sources. A report by the Friends of Groundwater in the World Water Quality Alliance // Information Document Annex for display at the 5th Session of the United Nations Environment Assembly. Nairobi, 2021. 60 p.

Информация об авторе

Кулик Алексей Константинович, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией гидрологии агролесоландшафтов, ФГБНУ Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук (РФ, 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 97), ORCID: 0000-0001-5927-7336, e-mail: kulikak79@yandex.ru.

Authors Information

Kulik Aleksey Konstantinovich, Leading Researcher, Head of the Laboratory of Hydrology of Agroforest Landscapes of the Federal Research Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Candidate of agricultural sciences (Russia, 400062, Volgograd, Universitetsky Ave., 97), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5927-7336>, e-mail: kulikak79@yandex.ru.

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-14

PRINCIPLES OF REGULATION OF FLOWS AND BALANCE OF BIOGENIC ELEMENTS ON RECLAIMED LANDS

M. N. Lytov

*Volgograd branch of the Federal State Budget Science Center «All-Russian Scientific Research
Institute of Hydrotechnics and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov»
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: vkovniigim@yandex.ru

Received 05.06.2023

Submitted 20.08.2023

Summary

The problem of regulation of flows and balance of biogenic elements on reclaimed agricultural lands is considered. The principles of regulating the flows of biogenic elements have been developed, which allow us to form fundamental positions that give a fairly clear idea of the direction in which to search for effective technologies and ways to manage the balance.