

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВОД СУШИ С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ

УДК 631.432

ТЕРРАСОВЫЕ ПЕСКИ И ИХ РОЛЬ В ВОДОПИТАНИИ РЕК БАССЕЙНА ДОНА

© 2020 г. А. К. Кулик^а, К. Н. Кулик^а, Р. Н. Балкушкин^{а, *}

^аФНЦ агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН,
Волгоград, 400062 Россия

*e-mail: balroman9612@yandex.ru

Поступила в редакцию 20.01.2020 г.

После доработки 25.05.2020 г.

Принята к публикации 12.06.2020 г.

Проведены водно-балансовые исследования на территории песчаных массивов бассейна р. Дон. Основная работа осуществлялась на водно-режимных площадках Калачевско-Голубинских и Арчединско-Донских песков. Проведено районирование исследуемой территории по типам песков на основе рельефа местности, состояния почвенного покрова, растительности, минерализации и уровня грунтовых вод. Получены количественные водно-балансовые параметры и характеристики водного режима отдельных типов песков. Определен объем гравитационного стока атмосферных осадков в речную систему Дона. Проведенные исследования указывают на большую роль песчаных массивов в охране водных ресурсов, которая заключается в опреснении и поддержании дебита рек.

Ключевые слова: водный баланс, песчаный массив, гравитационный сток, типы песков, водный режим.

DOI: 10.31857/S0321059620060085

ВВЕДЕНИЕ

Придонские пески распространены на площади более 1 млн га, имеют меридиональное протяжение более 500 км и широтное 420 км. Основной источник питания речных вод — атмосферные осадки. Они попадают в реку, в большинстве случаев пройдя сложный путь поверхностного и внутрипочвенного стока через компоненты природных ландшафтов. Динамика и объемы переноса влаги во многом зависят от гидрофизических свойств почвогрунтов и видов хозяйственного использования территорий. Почвы тяжелого гранулометрического состава — фактор формирования поверхностного стока и основа паводкового наполнения речных систем; песчаные почвы нормируют внутрипочвенный и подземный (грунтовый) сток и поддерживают меженный уровень. Песчаные массивы сбрасывают воду круглогодично, поэтому они могут регулярно опреснять и поддерживать дебит речных систем [3].

Водно-балансовые исследования проводились на территории двух песчаных массивов р. Дон и его притоков: Калачевско-Голубинского и Арчединско-Донского. Цель исследований заключалась в получении водно-балансовых характеристик разных типов песков на основе почвенно-гидро-

логических характеристик, климата и транспирационных расходов для определения объема воды, поступающей в речную систему Дона посредством гравитационного стока.

Для достижения этой цели поставлены и выполнены следующие задачи:

характеристика физико-географических условий района исследований;

районирование и картографирование территории Калачевско-Голубинского и Арчединско-Донского песчаных массивов на основные типы песков;

получение характеристик водного режима и водно-балансовых параметров характеристик некоторых типов песков.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В программе работ по изучению водного баланса почв было предусмотрено комплексное исследование основных типов песков Калачевско-Голубинского и Арчединско-Донского песчаных массивов. Проведено маршрутное исследование территории с описанием природных условий. Основная работа проводилась на водно-режимных площадках (ВРП) — наиболее типичных для того

или иного типа песков. Определялись рельеф местности, состояние почвенного покрова и растительности, минерализация и уровень грунтовых вод (УГВ).

Для выделения территорий распространения основных типов песков и занимаемых ими площадей использованы спутниковые данные: Google, Yandex, Bing. Тематические карты создавались при помощи прикладных компьютерных программ: Surfer 10, Global Mapper 13, QGIS, SAGA-GIS.

Для дешифрирования спутниковых снимков и детального исследования участков, имеющих сложную морфологическую структуру, использовался метод ландшафтно-экологического профилирования, позволяющий проследить смену элементов ландшафта и уточнить границы природно-территориальных комплексов (ПТК). Профили закладывались так, чтобы можно было охарактеризовать каждый природный комплекс в наиболее типичном его проявлении. По ландшафтно-экологическому профилю проводилось детальное описание компонентов ландшафта. В основных контурах закладывались почвенные разрезы, производилось бурение, как правило до УГВ, с отбором образцов почвогрунтов через каждые 20 см для определения влажности, гранулометрического состава и химического анализа [11]. На ВРП отбор образцов почвогрунтов проводился также через 20 см до глубины 3 м или до УГВ. Бурение проводилось в каждый сезон года. Влажность определялась термовесовым методом, гранулометрический состав – методом пипетки (по Н.А. Качинскому) [13, 16]. Для описания естественных и агрогенных почв использовалась классификация и диагностика почв России 2004–2008 гг. [14, 17].

Расчет водного баланса проводился по равенству (1), которое включает в себя (в данном конкретном случае) следующие элементы:

$$\Delta B = (O + P) - (I + T + G), \quad (1)$$

ΔB – изменение запаса воды в почвогрунтах за определенный промежуток времени; приходная часть: O – атмосферные осадки (по данным метеостанций г. Калач-на-Дону и г. Серафимович); P – поверхностный приток влаги на песчаный массив с водораздела по расчетным данным (с контролем объема стока в устьевой части балок); расходная часть: I – физическое испарение определялось расчетным методом на основе данных, полученных на гидрологическом комплексе ФНЦ Агроэкологии РАН, а также из работы Н.Ф. Кулика [12], в основу которой положены данные о ежедневном количестве осадков, числе дождливых дней и дней без дождей, а также сред-

ней дневной интенсивности физического испарения с влажной и сухой поверхности; Tr – транспирация растений, в том числе лесонасаждений, определялась методом расчета водного баланса, а также с использованием транспирационных коэффициентов и годичного прироста фитомассы на метровых площадках в пятикратной повторности. Транспирационный коэффициент, или удельный расход воды на формирование воздушно-сухой надземной растительной массы, взят из [12], равен 900 единицам; G – отток влаги в грунтовые воды (инфильтрация, гравитационный, внутрипочвенный сток) вычислялся водно-балансовым методом, а также на основе определения влажности почвогрунта и материалов, собранных на гидрологическом комплексе ФНЦ Агроэкологии РАН. Для определения скорости гравитационного стока в условиях от наименьшей влагоемкости до влажности завядания почв использованы многолетние наблюдения в лизиметрах ФНЦ агроэкологии РАН.

Из водного баланса исключены из-за незначительности участия гидрометеоры – осадки, выделяющиеся из воздуха на поверхность земли и на поверхности предметов (роса, изморось, туман и пр.).

Наиболее тесные зависимости получены авторами между влажностью надкапиллярного слоя и скоростью вертикального стока [3, 9]. В пределах наименьшей влагоемкости и влажности завядания (НВ–ВЗ) эта зависимость подчиняется равенствам (2)–(4):

$$y = 0.0012e^{1.1496x}, \quad R^2 = 0.8138 \text{ – для песка,} \quad (2)$$

$$y = 5E-08e^{1.3405x}, \quad R^2 = 0.7941 \text{ – для супеси,} \quad (3)$$

$$y = 4E-07e^{0.8822x}, \quad R^2 = 0.8154 \text{ – для суглинка,} \quad (4)$$

где y – скорость стока, мм/сут; x – весовая влажность надкапиллярного горизонта, %; R^2 – величина достоверности аппроксимации.

Калачевско-Голубинский и Арчединско-Донской песчаные массивы расположены в левобережье р. Дон. Административно Арчединско-Донские пески находятся в пределах Фроловского и Серафимовичского районов Волгоградской области, Калачевско-Голубинские – Калачевского района.

Согласно климатическому районированию, район исследования относится к атлантико-континентальной европейской (степной) области умеренного пояса с теплым и недостаточно влажным климатом [8]. Для района исследования характерны высокая амплитуда температур, резкая смена сезонов года и высокие суточные амплитуды температуры воздуха. Зимой морозы иногда

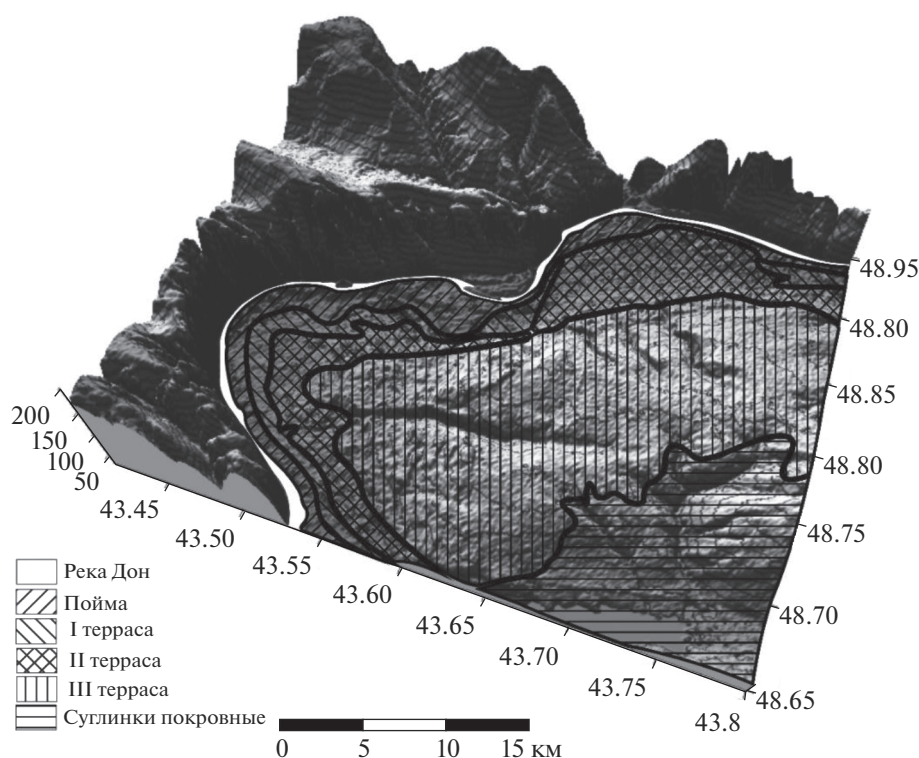


Рис. 1. Схема расположения поймы и надпойменных террас Калачевско-Голубинского песчаного массива.

доходят до $-35...-40^{\circ}\text{C}$, а летом температура может повышаться до 40°C . Среднегодовая температура $-9.2-9.9^{\circ}\text{C}$. В г. Калаче-на-Дону в среднем за год выпадает ~ 380 мм осадков. В г. Серафимовиче эта величина несколько выше -440 мм [1, 2, 15].

Арчединско-Донские, как и Калачевско-Голубинские, пески — террасовые. I надпойменная терраса Арчединско-Донских песков подтопляется высокими паводковыми водами и на значительных пространствах размыва, а в некоторых местах засыпана бугристо-барханскими песками с более высокой террасы. II терраса, имеющая высоту над уровнем моря $80-90$ м, представляет собой озерно-дельтовую равнину с бугристо-грядовыми песками. Гряды водного происхождения высотой $6-8$ м имеют округлую форму. Расстояние между грядами $200-300$ м. На песчаном массиве имеются крупные понижения с озерами, а также древние водотоки, связанные с восточными приводораздельными склонами. По балкам Голенской, Шляховской, Паницкой вешние и ливневые воды выходят на пески. В прошлом водотоки пересекали песчаный массив, формируя непрерывную цепь ольховых, осиновых и березо-

вых колков. В настоящее время эти водотоки наполняются водой в период снеготаяния.

Левобережье Дона в районе Калачевско-Голубинского песчаного массива представляет собой систему террас, которая вместе с поймой образует широкую полосу (до $20-30$ км) (рис. 1).

Пойма возвышается над уровнем Дона на $4-6$ м, имеет ширину $0.7-6$ км, это наиболее молодое (менее 14 тыс. лет) послеледниковое образование [4, 7]. Она сложена илистыми и песчаными аллювиальными отложениями и занята лугами и лесами [18]. I надпойменная терраса имеет ширину до 3 км и возвышается над уровнем Дона на $12-15$ м. Эта терраса сложена песками, иногда и суглинками. Местами эта терраса размыва, и тогда с поймой Дона граничит вторая надпойменная терраса, например в районе Голубинской арены. II терраса высотой ~ 25 м и шириной $4-8$ км сложена песками и местами прикрыта с поверхности лессовидными суглинками. Высокая III надпойменная терраса возвышается над Доном в среднем на 45 м и имеет ширину $10-15$ км. Пески прикрыты лессовидными суглинками, поверх них местами надвинуты пески мощностью до 6 м. Местами среди супесчаной степи III террасы с пологоволнистым рельефом встречаются

Таблица 1. Почвенно-гидрологические константы почв песчаных массивов

Почвы	Объемный вес, г/см ³	Максимальная гигроскопичность, %	Влажность завядания, %	Наименьшая влагоемкость, %	Доступная растениям влага, мм/м
Открытые не заросшие пески и примитивные песчаные почвы	1.5	0.3	0.6	4.8	63
Светлогумусовые маломощные	1.5	0.5	0.9	5.1	64
Светлогумусовые среднемощные	1.5	0.7	1.0	5.4	66
Темногумусовые	1.3	1.8	2.4	10.2	109
Аллювиальные темногумусовые	1.4	1.0	1.6	8.0	90

участки, формы рельефа которых созданы текущими водами. Такие озерно-аллювиальные равнины можно встретить на более низких террасах Дона.

Почвы Арчединско-Донского и Калачевско-Голубинского массивов сформированы на древне-аллювиальных террасовых образованиях. На основе анализа данных [6, 12] и полевых исследований выявлены следующие почвы разного происхождения и нескольких генераций:

темногумусовые супесчаные почвы высоких террас по озерно-аллювиальным или древне-песчаным волнистым равнинам, большей частью выщелоченные, реже карбонатные, сформированные на глинистых или рыхлых песках, обычно подстилаемых с глубины 2–6 м и лессовидными суглинками;

мощные и среднемощные светлогумусовые почвы на песках древней афитогенной фазы дефляции преимущественно низких террас;

маломощные светлогумусовые песчаные почвы по II и I надпойменным террасам;

примитивные песчаные почвы, только еще формирующиеся на зарастающих разбитых песках;

комплекс почв разного возраста, формирующихся по лугово-степному, дерново-степному и лугово-болотному типу на слоистом делювии балочных наносов;

зональные типы почв с облегченным гранулометрическим составом, формирующиеся в основном на высокой террасе.

Почвы песчаных массивов в большинстве случаев промыты от карбонатов и солей. Песчаный материал в течение длительного периода времени подвергался сильнейшему выветриванию, в результате он на 95–98% состоит из зерен кварца [6]. Песчаный субстрат обусловил низкие величины почвенно-гидрологических констант (табл. 1).

Типичные представители Арчединско-Донского и Калачевско-Голубинского песчаных массивов – степные плотнодерновинные злаки: типчак желобчатый (*Festuca valesiaca*), ковыль Лессинга (*Stipa lessingiana*), ковыль волосатик (*Stipa capillata*), келерия узкая (*Koeleria cristata*). Среди них рассредоточены представители полупустыни – полукустарничковая ароматичная белая полынь Лерха (*Artemisia lercheana*). Из разнотравья встречаются грудница мохнатая (*Linosyris villosa*), кермек сарептский (*Limonium sareptanum*), а по бровкам балок – прутняк (*Vitex agnus-castus*), ромашник (*Tripleurospermum inodorum*), эбелек (*Ceratocarpus arenarius*). Проективное покрытие почвы растениями меняется от 10% на слабозаросших песках до 80% и выше на заросших [5, 10].

Грунтовые воды на Арчединско-Донских песках – пластово-поровые, обильные, глубина их залегания колеблется от 0.5–6 м на I и II террасе до ≥12 м на III террасе и пристепной террасе (рис. 2).

В пределах Калачевско-Голубинского песчаного массива выделяются четыре гидрогеологических района с разными глубиной, степенью минерализации и мощностью потока грунтовых вод (рис. 3):

1) 0–6 м – I терраса, воды пресные, >35 м³/сут;

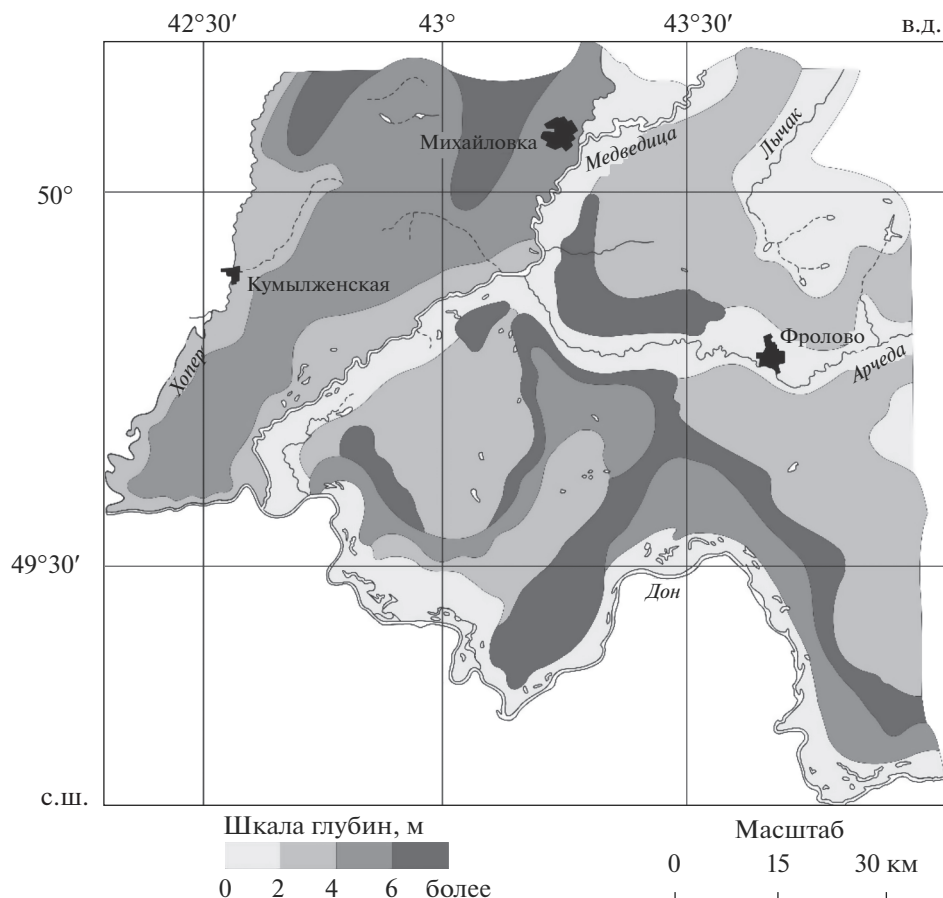


Рис. 2. Картограмма глубин залегания грунтовых вод на Арчединско-Донском песчаном массиве.

2) 0,5–15 м – II терраса, воды пресные, $>35 \text{ м}^3/\text{сут}$;

3) 15–25 м – II–III террасы, воды пресные, $15\text{--}35 \text{ м}^3/\text{сут}$;

4) 25–50 м – III терраса, воды слабо минерализованные, $<15 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Многообразие источников поступления воды в пески низких террас вызывает резкие многолетние и сезонные колебания зеркала грунтовых вод.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Обследование Арчединско-Донских и Калачевско-Голубинских песков и анализ работ [6, 11, 12] позволили выделить типы песков, для которых возможно получение водно-балансовых параметров (табл. 2). В основу деления положена плотность растительного покрова, рельеф, уровень грунтовых вод и почвенная характеристика.

На основе полевых исследований, камеральной обработки данных и анализа литературных

источников [6, 11, 12] составлены картограммы основных типов песков Арчединско-Донского и Калачевско-Голубинского песчаных массивов (рис. 4, 5).

Заросшие бугристо-грядовые пески распространены на I и II надпойменных террасах. Этот тип песков доминирует на Арчединско-Донском массиве. Водный режим характеризуется как промывной или периодически непромывной. После таяния снега весной почва может промачиваться до грунтовых вод, которые в районе I и II террас залегают на глубине 1,5–10 м.

Среднезаросшие пески также распространены на I и II террасах, занимают ~17% площади Арчединско-Донского и 4% Калачевско-Голубинского массивов. Ландшафтно-экологический профиль, заложенный в пределах данного типа песков, позволяет проследить смену природных компонентов (рис. 6).

Открытые и слабозаросшие бугристо-барханные пески находятся в основном на II террасе.

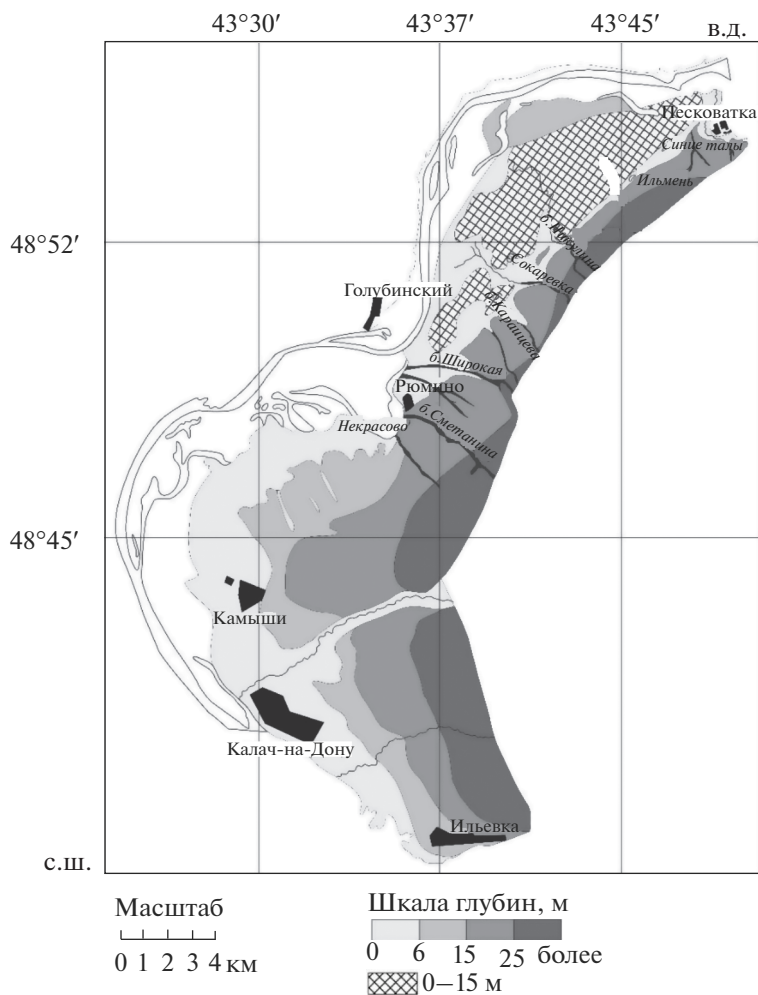


Рис. 3. Картограмма глубин залегания грунтовых вод на Калачевско-Голубинском песчаном массиве.

Наиболее отчетливо это проявляется на Голубинской арене. Там данный тип песков занимает площадь ~4200 га с вычетом площади балок и древних водотоков. Сформированные на слабозаросших песках почвы имеют слаборазвитый гумусовый горизонт, залегающий непосредственно на почвообразующей породе. Они чередуются с участками, лишенными растительного покрова и представляющими собой геологическую породу. Только после стабилизации песка растениями начинается формирование примитивной почвы.

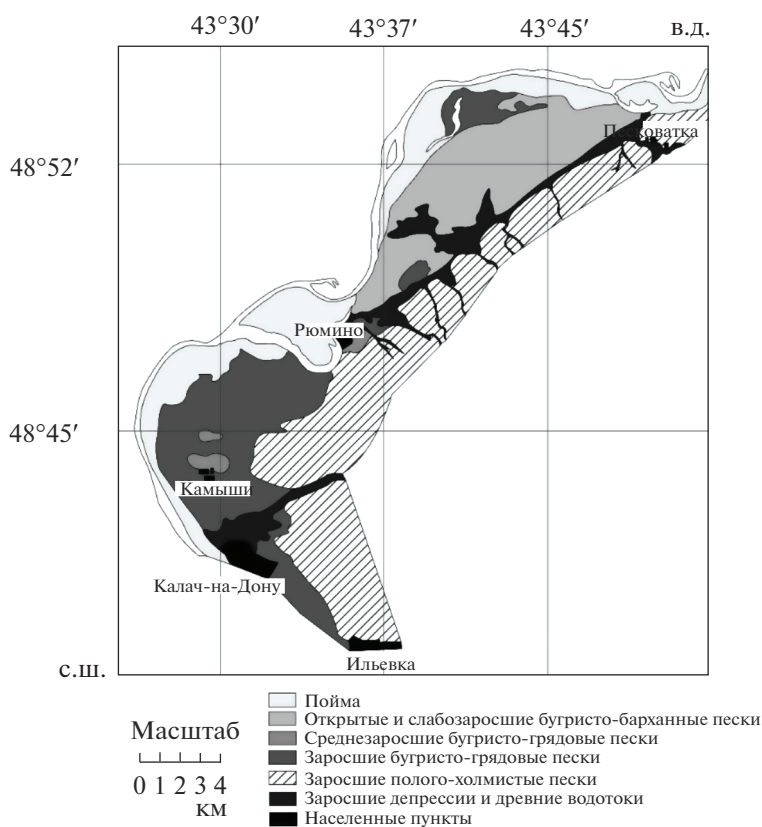
Открытые пески имеют хорошую водопроницаемость, поэтому водный режим характеризуется как промывной. Для данного типа песков характерен максимальный гравитационный сток атмосферных осадков. Открытые и слабозаросшие пески Калачевско-Голубинского песчаного массива сбрасывают в Дон ~6.5 млн м³ пресной воды.

Заросшие полого-холмистые пески имеют наибольшее распространение на III террасе. Данный тип песков доминирует на Калачевско-Голубинском песчаном массиве. Водный режим – непромывной или периодически промывной. По водным свойствам супесчаные почвы III террасы значительно отличаются от сыпучего песка. Ввиду относительно малой водопроницаемости и значительной влагоемкости почв атмосферные осадки, не достигая грунтовых вод, задерживаются и используются растительностью, имеющей высокое проективное покрытие. Уровень грунтовых вод 15–25, местами – до 6 м.

На территории Арчединско-Донского и Калачевско-Голубинского песчаных массивов имеются балки, которые образуют здесь полого-наклонные плоско-выпуклые конусы выноса. Древние ложбины стока промыты в песчаной толще стоком талых вод, а затем расширены ветром.

Таблица 2. Основные типы песков Арчединско-Донского и Калачевско-Голубинского песчаных массивов

Типы песков	Почвы	Площадь Арчединско-Донских песков		Площадь Калачевско-Голубинских песков	
		га	%	га	%
Открытые и слабозаросшие бугристо-барханные пески	Инициальные и примитивные песчаные	15409	7.0	4200	17
Среднезаросшие бугристо-грядовые пески	Светлогумусовые маломощные и среднемощные песчаные	37911	17.1	881	4
Заросшие бугристо-грядовые пески	Светлогумусовые среднемощные и мощные песчаные	114509	51.5	3289	13
Заросшие полого холмистые пески	Темногумусовые мощные и среднемощные песчаные и супесчаные, светлогумусовые мощные песчаные	21081	9.4	12870	51
Заросшие депрессии и древние водотоки	Аллювиальные темногумусовые, стратоземы	33210	15.0	3960	15
Всего		222120	100	25200	100

**Рис. 4.** Основные типы песков Калачевско-Голубинского песчаного массива.

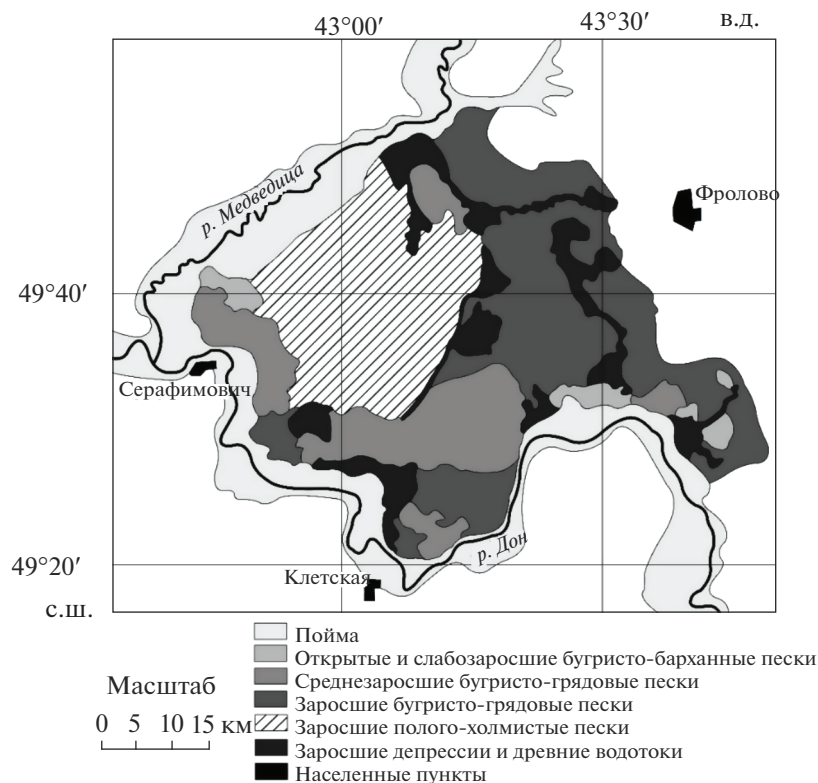


Рис. 5. Основные типы песков Арчединско-Донского песчаного массива.

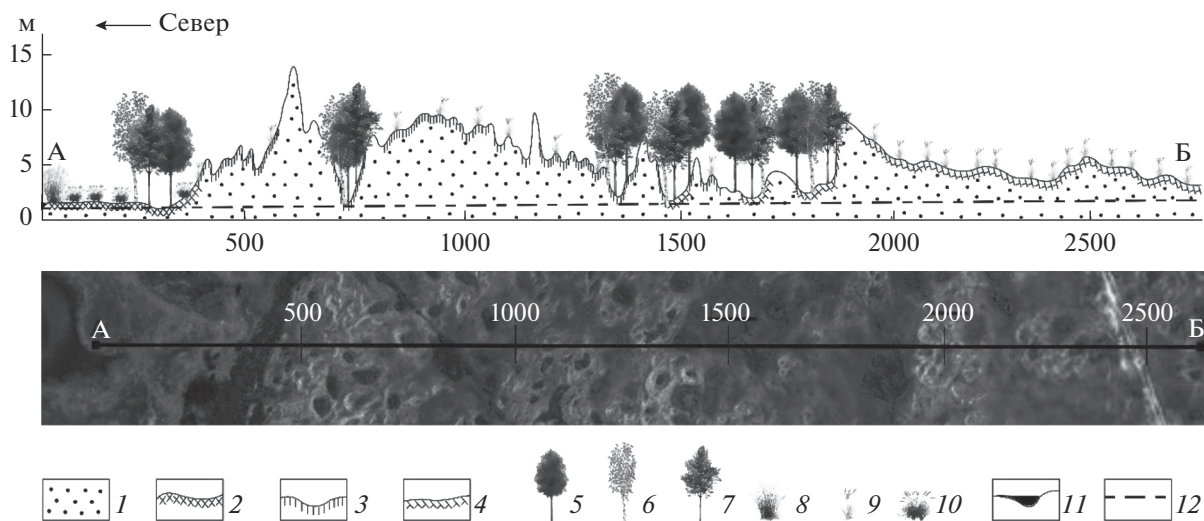


Рис. 6. Ландшафтно-экологический профиль. 1 – пески; 2 – темногумусовая почва; 3 – примитивная почва; 4 – светлогумусовая почва; 5 – ольха; 6 – береза; 7 – осина; 8 – тростник; 9 – степная растительность; 10 – луговая растительность; 11 – озеро; 12 – УГВ. А, Б – начало и конец профиля.

На бортах этих ложбин имеются те же светлогумусовые песчаные почвы, что и на окружающей древне-эоловой степи. Водный режим балочных систем – промывной. Грунтовые воды залегают на глубине 0.5–5 м.

Песчаные земли обладают специфическими водно-физическими свойствами и подвижностью субстрата, что обусловило появление здесь растений-псаммофитов. Типичные представители массива открытых сыпучих и слабозаросших

Таблица 3. Производительность травостоя по типам песков Арчединско-Донского массива

Типы песков	Площадь пастбищных угодий, га	Проективное покрытие, %	Производительность, т/га	Общая производительность, тыс. т
Открытые и слабозаросшие бугристо-барханные	14485	10–20	0.6	8.7
Среднезаросшие бугристо-грядовые	32224	30–40	1.6	51.5
Заросшие бугристо-грядовые	96758	60–80	2.2	212.9
Заросшие полого-холмистые	18106	>80	2.6	47.1
Заросшие замкнутые депрессии и древние водотоки	9022	>80	3	27.1
Всего	170625			347.1

Таблица 4. Площадь лесных участков на Арчединско-Донских и Калачевско-Голубинских песках

Типы песков	Калачевско-Голубинские пески		Арчединско-Донские пески	
	площадь лесных участков, га	лесистость, %	площадь лесных участков, га	лесистость, %
Заросшие полого-холмистые пески	1930	15	953	4.5
Заросшие бугристо-грядовые пески	500	12	10751	9.4
Открытые и слабозаросшие бугристо-барханные пески	63	1.5	924	6
Заросшие депрессии и древние водотоки	673	17	23247	70
Среднезаросшие бугристо-грядовые пески	18	2	5687	15
Итого	3184	12.6	41562	18.7

песков – песчаный овес (*Аvéna satíva*) и песчаная полынь (*Artemisia arenaria*). По мере зарастания песков появляются типчак (*Festúca valesiáca*), тонконог (*Koeleria*), чабрец (*Thýmus*), полынь полевая (*Artemisia campéstris*), ковыль Иоанна (*Stípa pennáta*), житняк (*Аgrorýgon*), ракичник (*Cytisus*).

На слабозаросших песках годовой прирост наземной фитомассы колеблется в пределах 0.3–0.6, на среднезаросших песках – 1.4–1.8, на заросших песках с мощными светлогумусовыми и темногумусовыми почвами – 2.2–2.6 т/га и более (табл. 3).

На территории Арчединско-Донских и Калачевско-Голубинских песков имеется лесная растительность естественного и искусственного происхождения (табл. 4). Основные породы – береза (*Bétula*), ольха (*Álnus*), дуб (*Quércus*), различные виды тополей (*Pópulus*) и ив (*Sálix*). На площади >10 тыс. га в культуру введена сосна обыкновенная (*Pínus sylvéstris*). В большинстве случаев наличие лесных участков обусловлено близостью грунтовых вод, которые обеспечивают дополнительное водопотребление. Этим же объясняется их колковое размещение [10]. Максимальной производительности на территории Арчединско-

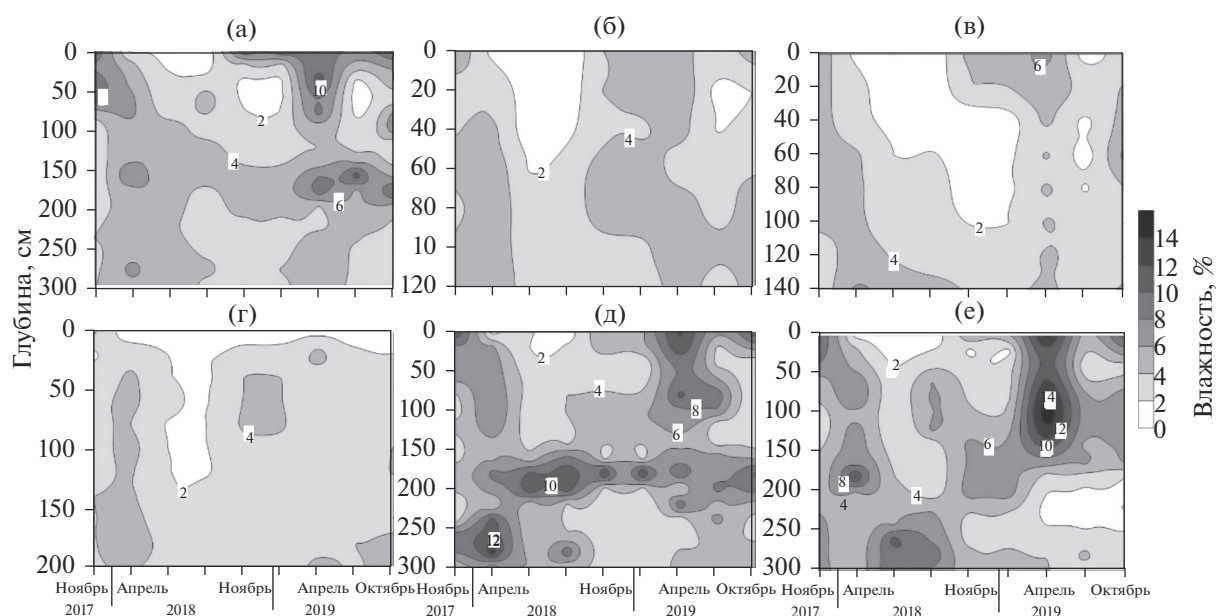


Рис. 7. Динамика влажности на ВРП, %: а – каштановая супесчаная почва (г. Пятиморск); б – светлогумусовая почва с погребенным горизонтом, сосновые насаждения; в – светлогумусовая среднемошная песчаная почва; г – котловина выдувания, лишенная растительности, с небольшим поверхностным наносом, имеющим остаточный гумус (Голубинская арена, II терраса); д – темногумусовая мощная супесчаная почва; е – каштановая среднемошная супесчаная почва.

Таблица 5. Основные элементы водного баланса Калачевско-Голубинского песчаного массива

ВРП	Тип песков	Осадки, мм	Транспирация, мм	Физическое испарение, мм	Изменение запасов влаги, мм	Сток, мм
1 (300 см)	Заросшие бугристо-грядовые пески	406.7	234	168.30	60.28	-55.88
2 (120 см)	Заросшие бугристо-грядовые пески	406.7	270	189.66	7.82	-60.78
3 (140 см)	Среднезаросшие бугристо-грядовые пески	406.7	168.3	168.30	30.58	39.52
4 (300 см)	Заросшие депрессии и древние водотоки	406.7	270	189.66	-47.99	-4.97
5 (200 см)	Открытые и слабозаросшие бугристо-барханные пески	406.7	45	188.70	16.93	156.07
6 (300 см)	Заросшие полого холмистые пески	406.7	176.4	168.30	32.18	29.82
7 (300 см)	Заросшие полого холмистые пески	406.7	168.3	168.30	9.49	60.61

Таблица 6. Основные элементы годового водного баланса Калачевско-Голубинских и Арчединско-Донских песков, млн м³

Песчаные массивы	Годовые осадки	Физическое испарение	Транспирационный расход	Отток грунтовых вод в речные системы
Калачевско-Голубинский	102.49	43.93	46.18	12.38
Арчединско-Донской	977.3	441.8	432.7	102.8

Донских песков достигают ольшаники, запас древесины которых может достигать 500 м³/га.

Водный режим во многом зависит от состояния растительности, гранулометрического состава почв зоны аэрации и УГВ. В октябре—ноябре начинается устойчивое увлажнение зоны аэрации. В зимний период в большинстве случаев влажность по горизонтали стабилизируется. После весеннего снеготаяния происходит резкое увлажнение зоны аэрации. Доступная влага весенних запасов расходуется на испарение и транспирацию, а дополнительное водопотребление происходит за счет летних дождей и грунтовых вод.

Динамика влажности почвы на ВРП показана хроноизоплетами на рис. 7, на них можно наглядно проследить изменение влажности почвы в течение года, определить глубину промачивания атмосферными осадками или иссушения в летний период, установить наличие возможных водоупоров.

На первой водно-режимной площадке, распложенной в пределах заросших бугристо-рядовых песков, весной зона аэрации увлажняется до 8.5%. Запасы воды в метровом слое ~127 мм. В конце лета верхний метровый слой обезвоживается до 3% вследствие физического испарения, гравитационного стока и транспирации степной растительности, в результате чего запасы воды в метровом слое снижаются на 60%. Годовой сток за пределы трехметровой толщи почвогрунта в 2019 г. не наблюдался.

Сосновые посадки в большинстве случаев встречаются на светлогумусовых и темnogумусовых почвах II и III террас. На заросших бугристо-рядовых песках годовой транспирационный расход культурами сосны оценивается в 270 мм, из которых 210 мм древостой берет из атмосферных осадков, 60 мм — из приточных грунтовых вод.

Весной 2019 г. зона аэрации имела влажность ~4.7%. В летний период вся зона аэрации, исключая капиллярную кайму, снизила свои запасы воды на 40%. Параллельно с работами в насаждениях сосны проводились исследования влажности на прилегающем участке, занятом травянистой типчаково-ковыльной растительностью. Зона аэрации на данной ВРП увлажняется на всю глубину весенними тальми водами. Летом почва сильно иссушается, средняя влажность метрового слоя ~2%. Сравнивая гидрологический режим двух площадок, можно прийти к выводу, что сосновые древостои меньше иссушают метровую толщу почвогрунта, чем участок с травянистой растительностью, хотя общий расход влаги ими гораздо больше. Несмотря на довольно близкое (~2 м) залегание грунтовых вод, для травянистой растительности они недоступны, поэтому для процессов жизнедеятельности они используют только атмосферные осадки, формируя густую корневую систему. Сосновые посадки имеют дополнительный источник водопотребления. Около четверти объема воды, используемой на транспирацию, они забирают из грунтовых вод. К тому же, вероятно, основная часть корней сосны сосредоточена в зоне капиллярного насыщения, которая остается влажной в течение всего года.

Балочные системы представлены в основном аллювиальными темnogумусовыми почвами (ВРП IV). Водный режим характеризуется как промывной. Весенние осадки и снеготаяние промачивают всю почвенную толщу. Влажность зоны аэрации в весенний период ~5%.

На открытых и слабозаросших песках после весеннего снеготаяния влажность песков повышается в среднем до 3.5—4%, после чего начинается потеря воды на физическое испарение и гравитационный сток в грунтовые воды. Летом часть влаги (35—45 мм) расходуется на транспирацию

на слабозаросших песках. Годовой сток составляет 156.07 мм.

На заросших полого-холмистых песках (ВРП VI, VII) весеннее снеготаяние увеличивает влажность 1.5-метровой толщи почвогрунта до 8–10%. Талые воды не промачивают всю зону аэрации, поэтому водный режим непромывной.

Основные элементы водного баланса представлены в табл. 5. Изменение мощности почвогрунта в различных ВРП связано с изменением УГВ.

Суммарная величина годового сброса атмосферных осадков в грунтовые воды Калачевско-Голубинскими песками – 12.38 млн м³, Арчединско-Донскими – 102.8 млн м³ (табл. 6). Сток с приводораздельных склонов – 2.66 и 5.7 млн м³ соответственно.

Максимальный сброс характерен для открытых и слабозаросших песков. По мере уплотнения травостоя поступление атмосферных осадков в грунтовые воды сокращается. Лесные участки расходуют на транспирацию и физическое испарение все выпадающие над ними атмосферные осадки и приточные грунтовые воды в объеме ~0.5 млн м³ на Калачевско-Голубинских песках и ~104.4 млн м³ на Арчединско-Донских. Суммарный сброс воды в Дон опресняет воду и увеличивает дебит реки, что является важнейшим природоохранным свойством песчаных земель.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Песчаные массивы р. Дон выполняют важнейшую природоохранную функцию, обеспечивая стабильное неистощимое питание речных систем. Среднегодовой объем сброса воды в реки по Калачевско-Голубинскому песчаному массиву оценивается в 12.38 млн м³, по Арчединско-Донскому – 102.8 млн м³. Вода – пресная и ультрапресная высокого питьевого качества. Сброс воды с песчаного массива опресняет речную воду и увеличивает ее дебит. Кроме того, на Арчединско-Донской песчаный массив стекают вешние и ливневые воды (5.7 млн м³ при среднегодовом стоке 19 мм) с приводораздельных глинистых склонов по балкам Паницкой, Голенской и др. Сток в реки идет по многочисленным родникам и сплошным грунтовым потоком. На Калачевско-Голубинском песчаном массиве приток с водораздела оценивается в ~2.66 млн м³.

Величина стока осадков в грунтовые воды зависит от годового прироста фитомассы. Максимальное количество воды (≥150 мм) проходит в грунтовые воды по открытым и слабозаросшим

пескам. На заросших песках сток минимальный или вообще не наблюдается.

Агролесомелиоративное обустройство песчаных территорий должно основываться на особенностях выделенных типов песков. Существующая лесистость описываемых арен – 15–20% – на взгляд авторов, оптимальна, она достаточна для надежной противодефляционной защиты. Дальнейшее увеличение лесистости может привести к снижению поступления пресных вод в р. Дон.

Проведенные исследования указывают на важность сохранения песчаных массивов в чистоте. Необходимо минимизировать негативное антропогенное воздействие на песчаные массивы с исключением размещения свалок и скотомогильников, хранения ядохимикатов и удобрений, ненормируемого применения гербицидов. С учетом огромной роли песчаных земель в охране водных ресурсов (в питании речных систем, опреснении воды рек и поддержании их химического состава), природоохранный статус песчаных массивов р. Дон должен находиться на самом высоком уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архив погоды в Калаче-на-Дону. Расписание погоды. [Электронный ресурс]. https://gp5.ru/Архив_погоды_в_Калаче-на-Дону (дата обращения: 01.11.2019)
2. Архив погоды в Серафимовиче. Расписание погоды. [Электронный ресурс]. https://gp5.ru/Архив_погоды_в_Серафимовиче (дата обращения: 01.11.2019)
3. *Бородычев В.В., Кулик А.К., Кулик Н.Ф.* Неистощительное водопитание и опреснение речных вод донского региона // Изв. нижеволжского агроуниверситетского комплекса. 2018. № 3(51). С. 26–34.
4. *Брылев В.А.* Эволюционная геоморфология юго-востока Русской равнины. Волгоград: Перемена, 2005. 351 с.
5. Волгоградская область: природные условия, ресурсы, хозяйство, население, геоэкологическое состояние: кол. монография. Волгоград: Перемена, 2011. 528 с.
6. *Гаель А.Г., Смирнова Л.Ф.* Пески и песчаные почвы. М.: ГЕОС, 1999. 252 с.
7. *Горецкий Г.И.* Палеопотамологические эскизы Палео-Дона и Пра-Дона. Минск: Наука и техника, 1982. 248 с.
8. Климатическое районирование // Национальный атлас России. Т. 2. [Электронный ресурс]. <http://национальныйатлас.рф/cd2/146-150/146-150.html> (дата обращения: 16.10.2018)
9. *Кулик А.К.* Водный режим и баланс влаги песчаных земель Нижнего Дона (на примере Усть-Кундрюченского песчаного массива). Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2005. 25 с.

10. Кулик А.К., Власенко М.В. Водный режим и баланс влаги Арчединско-Донских песков // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2015. № 3 (59). С. 81–87.
11. Кулик К.Н. Агролесомелиоративное картографирование и фитоэкологическая оценка аридных ландшафтов. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2004. 247 с.
12. Кулик Н.Ф. Водный режим песков аридной зоны. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 280 с.
13. Мазиров М.А., Шеин Е.В., Корчагин А.А., Шушкевич Н.И. и др. Полевые исследования свойств почв. Владимир: ВлГУ, 2012. 72 с.
14. Полевой определитель почв России. М.: Почвенный ин-т, 2008. 182 с.
15. Сажин А.Н., Кулик К.Н., Васильев Ю.И. Погода и климат Волгоградской области. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2017. 334 с.
16. Шеин Е.В. Агрофизика. Владимир: ВлГУ, 2014. 92 с.
17. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
18. Parsons A.J., Abrahams A.D. Geomorphology of desert environment. N. Y.: Springer Sci., 2014. 824 p.