

Научная статья

Original article

УДК 631.6

DOI 10.55186/25876740_2022_6_3_13

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ГАЛЕЧНИКОВЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ**
INVESTIGATION OF WATER-PHYSICAL PROPERTIES
OF PEBLIC SOILS UNDER IRRIGATION CONDITIONS



Куртнезиров Арсен Нариманович, старший преподаватель кафедры гидравлики и с.-х. водоснабжения, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина» (350044 Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, д. 13), тел. 8(918) 310-00-41, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2449-3415>, ars2507@yandex.ru

Хаджиди Анна Евгеньевна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры гидравлики и с.-х. водоснабжения, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина» (350044 Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, д. 13), тел. 8(903) 452-56-09, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1375-9548>, dtm-khanna@yandex.ru

Kurtnezirov Arsen Narimanovich, senior lecturer of the Department of Hydraulics and Agricultural Water Supply, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina (13 Kalinina str., Krasnodar, 350044 Russia), tel. 8(903) 452-56-09, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2449-3415>, ars2507@yandex.ru

Anna E. Khadzhidi, doctor of technical sciences, associate professor, professor of the Department of Hydraulics and Agricultural Water Supply, Kuban State Agrarian

University named after I.T. Trubilina (13 Kalinina str., Krasnodar, 350044 Russia),
tel. 8(903) 452-56-09, ORCID: [http://orcid.org/ 0000-0002-1375-9548](http://orcid.org/0000-0002-1375-9548), [dtn-khanna@yandex.ru](mailto:khanna@yandex.ru)

Аннотация. В статье выполнено исследование водно-физических свойств галечниковых почв при орошении. Исследования проводились на опытном участке, входящем в состав сельскохозяйственных земель ООО «Сельхоз-Галан» Курганинского района Краснодарского края в 2019 – 2021 гг. Курганинский район расположен в степной зоне Краснодарского края и по своим почвенно-климатическим условиям относится к числу регионов, где значимым и стабилизирующим фактором сельскохозяйственного производства является орошение. Исследование водно-физических свойств почв при орошении выполнялось для определения порового пространства, твёрдой фазы почвы и водопроницаемости. Данные микроагрегатного анализа свидетельствуют о непрочном состоянии микроструктуры изучаемых почв и невысокой потенциальной способности почвы к оструктуриванию. Отмечается некоторое увеличение фактора дисперсности и снижение водостойкости микроагрегатов в подпахотном слое данных почв, по сравнению с пахотным, что связано с увеличением каменистости вниз по профилю. Приведены опытные данные по водопроницаемости почв, которые позволили сделать выводы о том, что на данном типе почв наблюдается провальная фильтрация. Интенсивность дождя поливной техники не должна превышать 0,61 мм/мин для аллювиальных луговых почв в условиях опытного участка. При использовании почв участка под орошаемую пашню и разработке режима орошения необходимо учитывать, что аллювиальные луговые среднесуглинистые среднегалечниковые почвы за час поглощают и фильтруют 1,90 мм/мин влаги, это обеспечивает впитывание осадков ливней, а водопроницаемость почвы оценивается как высокая. Иссущение среднесуглинистых аллювиальных луговых почв происходит быстрее, чем у легкоглинистых почв. Для аллювиальных луговых

среднесуглинистых средне галечниковых почв характерны повышенная водопроницаемость и аэрация. Следовательно, при расчете режима орошения необходимо внести соответствующие коррективы по дефициту влаги в почве.

Abstract. In the article, a study was made of the water-physical properties of pebble soils under irrigation. The studies were carried out on an experimental plot, which is part of the agricultural land of Selkhoz-Galan LLC, Kurganinsky District, Krasnodar Territory, in 2019-2021. The Kurganinsky district is located in the steppe zone of the Krasnodar Territory and, due to its soil and climatic conditions, is one of the regions where irrigation is a significant and stabilizing factor in agricultural production. The study of the water-physical properties of soils during irrigation was carried out to determine the pore space, the solid phase of the soil and water permeability. The data of microaggregate analysis testify to the fragile state of the microstructure of the studied soils and the low potential ability of the soil to structure. There is a slight increase in the dispersion factor and a decrease in the water resistance of microaggregates in the subsurface layer of these soils, compared with the arable layer, which is associated with an increase in stoniness down the profile. Experimental data on the water permeability of soils are presented, which made it possible to draw conclusions that failure filtration is observed on this type of soil. The rain intensity of irrigation equipment should not exceed 0.61 mm/min for alluvial meadow soils under the conditions of the experimental site. When using soils of a site for irrigated arable land and developing an irrigation regime, it should be taken into account that alluvial meadow medium loamy medium pebble soils absorb and filter 1.90 mm/min of moisture per hour, this ensures the absorption of rainfall, and the water permeability of the soil is assessed as high. Drying of medium loamy alluvial meadow soils occurs faster than that of light clayey soils. Alluvial meadow medium loamy medium pebble soils are characterized by increased water permeability and aeration. Therefore, when calculating the irrigation regime, it is necessary to make appropriate adjustments for the moisture deficit in the soil.

Ключевые слова: галечниковые почвы, орошение, фильтрация, мелиоративное состояние, водно-физические свойства

Keywords: pebble soils, irrigation, filtration, ameliorative state, water-physical properties

Введение. В сложившихся в настоящее время социально-экономических условиях в Российской Федерации особый акцент ставится на обеспечении продовольственной безопасности. В стране действуют государственные программы поддержки сельхоз товаропроизводителей. В частности, Постановлением Правительства РФ от 14 мая 2021 года №731 принята и реализуется программа «О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации», которая направлена на совершенствование оборота сельскохозяйственных земель; обеспечение населения качественной и безопасной пищевой продукцией [1]. Большая часть плодородных земель расположена в Краснодарском крае, в том числе в Курганинском районе. Данный район входит в степную зону Краснодарского края и по своим почвенно-климатическим условиям относится к числу регионов, где значимым и стабилизирующим фактором сельскохозяйственного производства является орошение. Благодаря орошению возможно получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур по сравнению с багарными землями [2]. В последнее двадцатилетие идет интенсивное развитие восстановление старых и строительство новых современных оросительных систем [3]. При освоении сельскохозяйственных земель вблизи водных источников, особенно, береговых ландшафтов рек в Курганинском районе, возникает ситуация использование галечниковых почв, мало пригодных для ведения сельского хозяйства.

Цель и объект исследования. Целью работы является исследование водно-физических свойств галечниковых почв для улучшения мелиоративного

состояния орошаемых земель. Объектом исследования выбраны агроландшафты дельты реки Лаба Курганинского района Краснодарского края.

Материал и методика. Исследования проводились на орошаемых землях ООО «Сельхоз-Галан» Курганинского района в 2019-2021 гг. Изучение водно-физических свойств почв осуществлялось на опытном участке в трех почвенных разрезах (рис. 1).

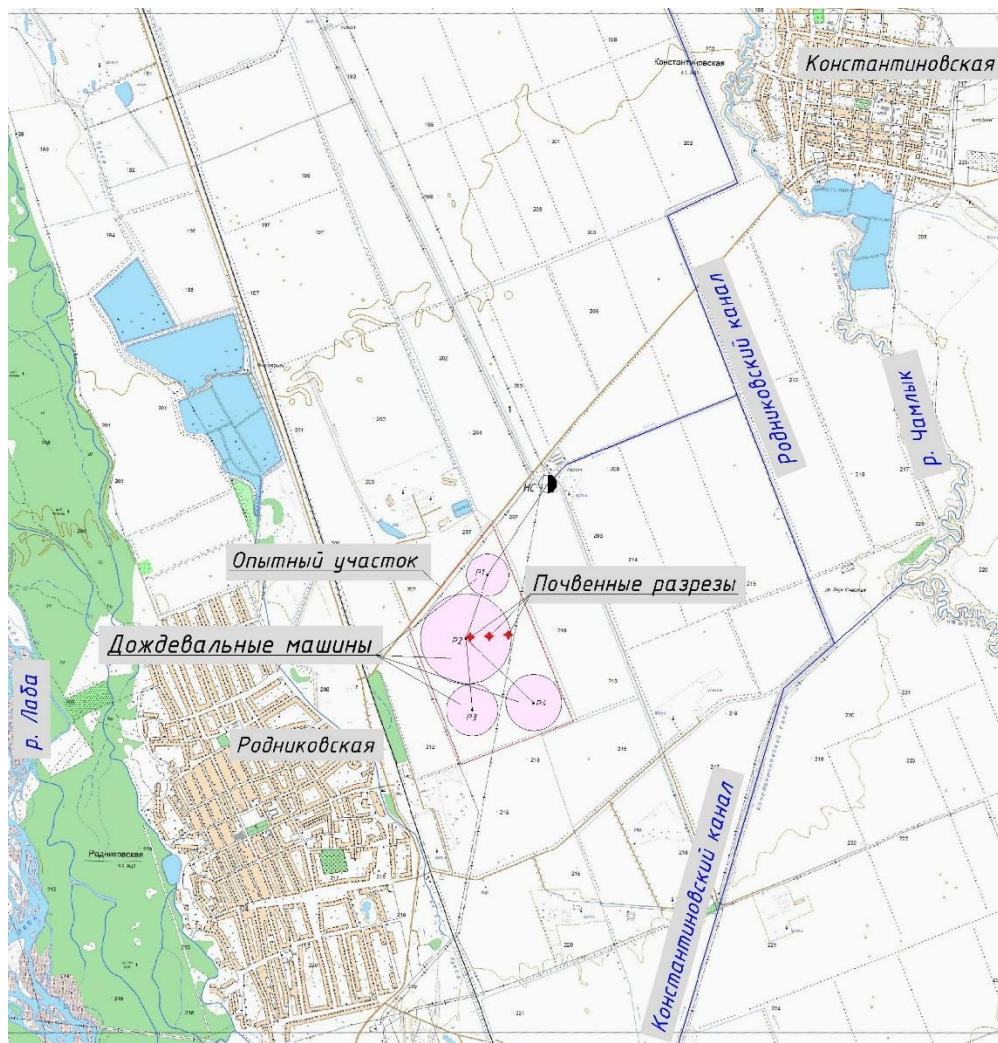


Рисунок 1 – Ситуационная схема и расположение почвенных разрезов опытном участке

Figure 1 - Situational scheme and location of soil sections of the experimental plot

Исследование водно-физических свойств почв при орошении выполнялось для определения порового пространства, твёрдой фазы почвы и водопроницаемости [4].

Водопроницаемость (фильтрация) на почвенных разрезах опытного участка определялась методом заливаемых рам в модификации НИО НИИ «Гея» [5]. Площадка для определения наименьшей влагоемкости (НВ) закладывалась параллельно опытной точке с определением водопроницаемости. Размеры площадки составляли 2 x 2 м, на нее выливалась в несколько приёмов 300 л воды. Поверхность площадки укрывалась полиэтиленовой пленкой и слоем соломы около 30 см во избежание испарения. Отбор проб на влажность (НВ) и плотность почвы проводится через 3 - 5 дней. Такой интервал времени был определен с учетом гранулометрического состава почв.

Результаты и обсуждение.

Результаты опытных данных во всех разрезах показали, что установлены идентичные генетические горизонты почвы, изменяющиеся от 24 до 26 см. С поверхности почвы до глубины 90 – 120 см от поверхности земли залегают галечниковые почвы. На орошении принята культура кукуруза на зерно. Выполнялись исследования химического и гранулометрического состава почв.

Определялись гранулометрический анализ образцов почв; химический анализ почв; валовые запасы гумуса в почвах участка; химический анализ водной вытяжки из образцов почв; морфологические признаки почв участка; оценка потенциального плодородия почв участка; водопроницаемость аллювиальных луговых среднесуглинистых почв; водно-физические свойства почв участка; микроагрегатный анализ образцов по опытным точкам изучения водно-физических свойств почв участка; агрегатный анализ образцов по опытным точкам изучения водно-физических свойств почв участка и водно-физические свойства почв.

Гранулометрический состав аллювиальных луговых почв участка среднесуглинистый. Количество физической глины в верхнем горизонте Ап

составляет 31,1 – 37,8 %, фракции пыли 58,0 – 69,4 %, песка 13,9 – 18,0 %. Илистой фракции, играющей роль структурообразователя, в горизонте Ап содержится 12,7 – 16,6 %. В горизонте ВС и С гранулометрический состав аллювиальных луговых почв легкоглинистый. Количество физической глины составляет 12,5 – 16,0 %, фракции пыли 8,9 – 20,7 %, песка 72,5 – 85,5 %. Илистой фракции, играющей роль структурообразователя, в горизонте В содержится от 18,7 до 21,4 %.

Для водно-физических свойств галечниковых почв, из-за наличия галечника по профилю и неглубокого залегания сплошного пласта галечниковых отложений, при облегченном среднесуглинистом гранулометрическом составе, характерны невысокая влагоёмкость и повышенная фильтрационная способность, вследствие чего растительность, произрастающая на этих почвах, испытывает острый дефицит влаги.

Сумма поглощенных оснований в гумусовых горизонтах данных почв средняя (20,4 – 22,1 мг - экв. на 100г почвы), в её составе преобладает поглощенный кальций 70,1 – 73,3 %, содержание магния 26,2– 29,4 % и натрия - 0,5 %. Содержание подвижного фосфора от низкого до среднего 1,1 – 1,7 мг на 100 г почвы, содержание обменного калия - среднее 16,4 – 27,5 мг на 100 г почвы в определении по Мачигину. Реакция почвенной среды в профиле почв нейтральная (рН – 6,9– 7,3). Почвы не засолены, сумма токсичных солей по всему профилю не превышает 0,014 – 0,044 % при хлоридно - сульфатном и сульфатно-хлоридном типах соленакопления.

Совокупный почвенный балл этих почв 32, т.е. почвы низкого качества [6].

По данным микроагрегатного анализа установлено, что в гумусовом горизонте (А+В) содержание глинистой фракции (менее 0,01 мм) в 2,0 – 3,3 раза, а ила в 4,3 – 7,0 раза меньше, чем при гранулометрическом анализе. Это указывает на то, что небольшое количество почвенных коллоидов скоагулировано в водопрочные микроагрегаты. При этом, фактор дисперсности (рассчитанный по соотношению ила «микроагрегатного» к илу

«гранулометрическому») в этой части профиля находится в пределах 14,0 – 23,5 %, что также свидетельствует о непрочном состоянии микроструктуры этих почв и невысокой потенциальной способности почвы к оструктурированию [7].

Следует отметить некоторое увеличение фактора дисперсности и снижение водостойкости микроагрегатов в подпахотном слое данных почв, по сравнению с пахотным, что связано с увеличением каменистости вниз по профилю.

Структурное состояние во многом определяет характер упаковки гранулометрических элементов и агрегатов и, следовательно, влияет на важнейшие физические свойства почвы: плотность, объем пор и их размеры [8].

Структурное состояние пахотного горизонта аллювиальных луговых среднесуглинистых неудовлетворительное. При сухом фракционировании выход макроструктуры (агрегатов размером 0,25 – 10 мм), состоящей преимущественно из комковатых и крупнокомковатых агрегатов в пахотном слое достигает 56,6 %, а грубых глыбистых агрегатов (размером более 10 мм) составляет всего 39,4 %. При мокром просеивании выход агрономически ценных водопрочных агрегатов не превышает 35,2 % (неудовлетворительная водопрочность) [9].

Количество зернистых, комковатых и др. агрегатов размером 0,25 – 10 мм (макроструктуры) при сухом фракционировании составляет нижележащем горизонте 60,6 % (горизонт В₁), а выход водопрочных отдельностей при мокром просеивании - 38,8 % водопрочность неудовлетворительная.

Агрегаты при данной водопрочности, и значительного содержания песка и гальки в профиле почв характеризуются высокой пористостью. При этом, значительная часть порозности представлена порами аэрации.

Строение почвенного профиля, и особенно пахотного слоя, в течение года претерпевает значительные изменения, вызываемые главным образом изменениями влажности почвы [10].

В период проведения полевых работ по изучению водно-физических свойств почв опытного участка, весовая влажность почвы в 0 – 120 см слое была

относительно близка к влажности НВ и составляла в пахотном горизонте 22,1 %, и глубже лежащем гумусовом горизонте – 21,8 %. Величины НВ составили в $A_{\text{п}}$ – 30,6 и В – 28,8 % от объема почвы, соответственно.

При выполнении полевых исследований значения естественной влажности и влажности НВ плотности почвы в пахотном слое почвы составляет 1,22 г/см³ и 1,18 г/см³, а в горизонте В 1,45 – 1,42 г/см³ соответственно. Величина общей порозности в пахотном горизонте при естественной влажности почвы составляет 54,5 %, а при влажности НВ, равной 56,0 %. В нижележащем гумусовом горизонте порозность уменьшалась и составила 46,1 % при естественной влажности и 47,2 % при НВ. Порозность пахотного слоя характеризуется как наилучшая, в нижележащих гумусовых горизонтах – хорошая. Полученные данные свидетельствуют о слабоуплотненном сложении гумусового горизонта аллювиальных луговых почв. В таблице 1 приведены опытные данные по водопроницаемости почв.

Таблица 1 – Водопроницаемость аллювиальных луговых почв опытного участка

Время от начала опыта, мин	Средний слой воды за интервал времени, мм	Расход воды за интервал времени, м ³ /га	Суммарный расход воды за интервал времени, м ³ /га	Скорость впитывания и фильтрации К, мм/мин	К, м/сут
60	125	1250	1250	1,90	2,74
120	64	640	1890	0,97	1,40
180	63	630	2520	0,96	1,38
240	60	600	3120	0,91	1,31
300	48	480	3600	0,73	1,05
360	44	440	4040	0,67	0,97
420	40	400	4440	0,61	0,88
480	40	400	4840	0,61	0,88
540	40	400	5240	0,61	0,88
600	40	400	5640	0,61	0,88

Из данных таблицы 1 можно сделать вывод о том, что средняя скорость водопроницаемости почв участка в течение первого часового срока наблюдений составляет 1,90 мм/мин. Это обеспечивает поглощение осадков ливневого

характера. К концу второго часа опыта коэффициент фильтрации (впитывания) уменьшается практически в 2 раза и составляет 0,97 мм/мин.

Изменение водопроницаемости во времени связано с насыщением почвы водой, набуханием почвенных коллоидов, изменением структурного состояния почв. Период впитывания данных почв продолжается еще в течение последующих четырех часов опыта, при этом средняя скорость впитывания уменьшается от 0,96 до 0,67 мм/мин. На протяжении последующих четырех часов опыта величина водопроницаемости остается относительно постоянной (0,61 мм/мин). За час поглощается и фильтруется 40 мм влаги, что соответствует осадкам сильных дождей, а водопроницаемость оценивается как высокая.

Установлено, что на данном типе почв наблюдается провальная фильтрация, поэтому для улучшения мелиоративного состояния агроландшафта необходимо прекращать поливы через 420 мин после начала, когда в почве устанавливается влажность, соответствующая наименьшей влагоемкости.

Условия для накопления дождевых и талых вод в исследуемых почвах благоприятны. Но их иссушение будет происходить быстрее, чем у черноземов, что подтверждается их водно-физическими свойствами: среднесуглинистый гранулометрический состав, пониженная плотность почвы и повышенные водопроницаемость и аэрация [11]. Исследования почвы по профилю указывают на уменьшение количества агрономически ценных агрегатов размером 0,25 – 10 мм в пахотном слое (56,6 %) по сравнению с нижележащим горизонтом В (60,6 %). Из этого можно сделать вывод о том, что вследствие интенсивной обработки разрушены агрегаты макроструктуры пахотного горизонта почвы.

Зависимость фильтрации (впитывания) воды в почву для аллювиальных луговых почв опытного участка представлена на рисунке 1.

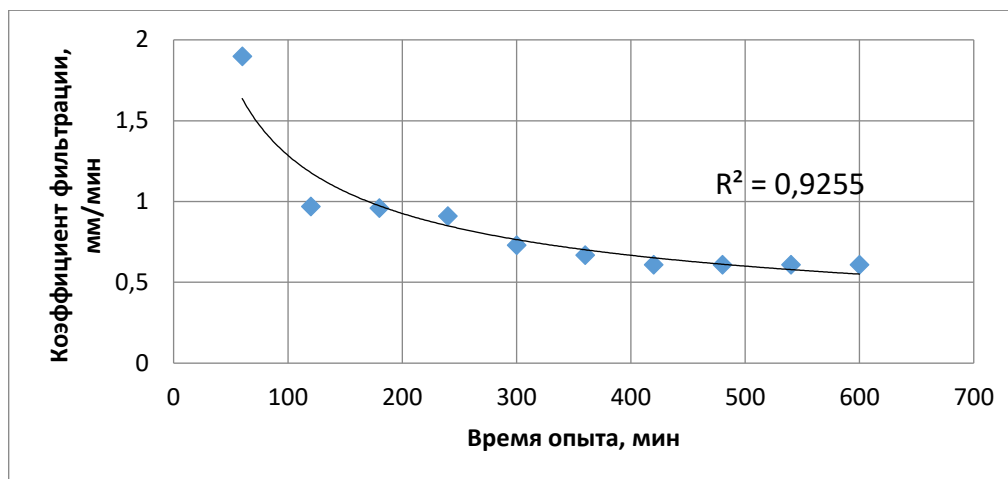


Рисунок 1 – Изменение коэффициента фильтрации по времени для аллювиальных луговых почв опытного участка

Figure 1 – Change in the filtration coefficient over time for alluvial meadow soils of the experimental plot

Из графика видно, что установившаяся фильтрация наступает после 7 часа опытов и составляет 0,61 мм/мин при среднем расходе 40 мм за установленный интервал времени 60 мин.

Из данного исследования следует, что интенсивность дождя поливной техники не должна превышать 0,61 мм/мин для аллювиальных луговых почв в условиях опытного участка.

Изменение коэффициента фильтрации по времени для аллювиальных луговых почв опытного участка описывается степенной эмпирической формулой, которая для интервала времени 0 – 10 часов имеет вид:

$$K = 11,353 t^{-0,473}, \quad (1)$$

где: K – коэффициент фильтрации аллювиальных луговых почв, мм/мин;
 t – период времени, мин.

Формулу (1) можно применять для расчета поливной нормы на галечниковых почвах.

Результаты и обсуждение.

Для водно-физических свойств изучаемых почв, из-за наличия галечника по профилю и облегченном среднесуглинистом гранулометрическом составе характерны невысокая влагоёмкость и повышенная фильтрационная способность, поэтому сельскохозяйственные культуры нуждаются в орошении для получения гарантированных урожаев. на данном типе почв наблюдается провальная фильтрация, поэтому для улучшения мелиоративного состояния агроландшафта необходимо прекращать поливы через 420 мин после начала, когда в почве устанавливается влажность, соответствующая наименьшей влагоемкости. Интенсивность дождя оросительной машины не должна превышать 0,61 мм/мин для аллювиальных луговых почв в условиях опытного участка. Это необходимо учитывать при расчете поливных норм.

Уровень грунтовых вод на надпойменной террасе (луговато – чернозёмные почвы) находится в пределах 5 – 6 м, в долине реки Лаба (лугово - чернозёмные уплотнённые и аллювиальные луговые почвы) находится в пределах 2 – 3 м оказывая влияние на процесс почвообразования. Уровень грунтовых вод в долине реки Лаба зависит от уровня воды в реке Лаба и колеблется в зависимости от времени года. Поэтому гидромелиорацию данных агроландшафтов на базе местного стока, можно считать необходимым и перспективным [12]. При неустойчивом режиме естественного увлажнения и практически ежегодных почвенных засухах в вегетационный период, для развития растениеводства в условиях дельты реки Лаба альтернативы орошению нет.

Литература

1. Ольгаренко Г. В. Реализация программы импортозамещения в области производства техники полива в российской федерации // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. № 1. С. 44-47.
2. Куртнезиров А.Н., Килиди Х.И., Хаджиди А.Е. Регулирование водного режима растений путем орошения // В сборнике: Итоги научно-

исследовательской работы за 2017 год. Сборник статей по материалам 73-й научно-практической конференции преподавателей. 2018. С. 215-216.

3. Малышева Н.Н., Якуба С.Н., Владимиров С.А. Приоритетные направления развития мелиорации на Кубани // Рисоводство. 2019. № 1 (42). С. 58-66.

4. Кузнецов П.И., Новиков А.Е. Влияние способа обработки на водно-физические свойства орошаемых светло-каштановых почв // Мелиорация и водное хозяйство. 2009. № 2. С. 37-39.

5. Панов П.В. Исследование водопроницаемости различных по гранулометрическому составу почв на участках капельного орошения / П.В. Панов // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 1. С. 328-331.

6. Макеева Л.А., Шаймерденова З.М., Капбасова Г.А., Ткачук К.С. Разработка мероприятий по повышению бонитета почвы // Вестник Омского регионального института. 2018. № 2. С. 182-184.

7. Теймуров С.А., Абдулгалимов М.М. Изучение водно-физических свойств орошаемых каштановых типов почв в условиях Терско-Сулакской Подпровинции // Горное сельское хозяйство. 2022. № 1. С. 20-25.

8. Курвантаев Р.К., Халилова З.Ф. Физические свойства орошаемых почв Чирчикского бассейна // Актуальные проблемы современной науки. 2022. № 1 (124). С. 23-26.

9. Грищенко И.Ю., Воробьев В.Б. Изменение водно-физических и некоторых агрохимических свойств дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы под влиянием гумусированности // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 2. С. 110-113.

10. Норов И.Ч.Ў., Амиркулов О.С., Мейлиев А.Х. Влияние различной глубины слоя на физические свойства светло-серых почв // Life Sciences and Agriculture. 2020. № 3 (7). С. 26-29.

11. Сидоров И.А. Методы определения влажности почвы для системы точного земледелия // Нанотехнологии: разработка, применение - XXI век. 2018. Т. 10. № 4. С. 44-50.

12. Кузнецов Е.В., Хаджиди А.Е., Куртнезирова А.Н. Повышение эффективности орошения в составе инвестиционного проекта адаптированной земельно-охранной системы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 52. С. 206-211.

References

1. Ol'garenko G. V. Realizatsiya programmy importozameshcheniya v oblasti proizvodstva tekhniki poliva v rossiiskoi federatsii // Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo. 2018. № 1. Pp. 44-47.

2. Kurtnezirov A.N., Kilidi Kh.I., Khadzhidi A.E. Regulation of the water regime of plants by irrigation // In the collection: Results of research work for 2017. Collection of articles based on the materials of the 73rd scientific and practical conference of teachers. 2018. Pp. 215-216.

3. Malysheva N.N., Yakuba S.N., Vladimirov S.A. Priority directions for the development of land reclamation in the Kuban // Risovodstvo. 2019. No. 1 (42). pp. 58-66.

4. Kuznetsov P.I., Novikov A.E. Influence of the processing method on the water-physical properties of irrigated light chestnut soils // Melioration and water management. 2009. No. 2. pp. 37-39

5. Panov P.V. Investigation of water permeability of soils of different granulometric composition in areas of drip irrigation / P.V. Panov // Bulletin of youth science of the Altai State Agrarian University. 2021. No. 1. pp. 328-331.

6. Makeeva L.A., Shaimerdenova Z.M., Kapbasova G.A., Tkachuk K.S. Development of measures to improve soil quality // Bulletin of the Omsk Regional Institute. 2018. No. 2. pp. 182-184.

7. Teimurov S.A., Abdulgalimov M.M. Study of the water-physical properties of irrigated chestnut soil types under the conditions of the Terek-Sulak Subprovince // Mining agriculture. 2022. No. 1. pp. 20-25.
8. Kurvantaev R.K., Khalilova Z.F. Physical properties of irrigated soils of the Chirchik basin // Actual problems of modern science. 2022. No. 1 (124). pp. 23-26.
9. Grishchenko I.Yu., Vorobyov V.B. Changes in water-physical and some agrochemical properties of soddy-podzolic light loamy soil under the influence of humus content // Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy. 2018. No. 2. Pp. 110-113.
10. Norov I.Ch.Y., Amirkulov O.S., Meyliev A.Kh. Influence of different layer depths on the physical properties of light gray soils // Life Sciences and Agriculture. 2020. No. 3 (7). pp. 26-29.
11. Sidorov I.A. Methods for determining soil moisture for precision farming // Nanotechnologies: development, application - XXI century. 2018. V. 10. No. 4. Pp. 44-50.
12. Kuznetsov E.V., Khadzhidi A.E., Kurtnezirov A.N. Improving the efficiency of irrigation as part of an investment project of an adapted land protection system // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2015. No. 52. Pp. 206-211.

© Куртнезирова А.Н., Хаджиди А.Е., 2022. *International agricultural journal*, 2022, № 3, 1164-1178.

Для цитирования: Куртнезирова А.Н., Хаджиди А.Е. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГАЛЕЧНИКОВЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ//International agricultural journal. 2022. № 3, 1164-1178.