

DOI:10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-306-309

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЭФЕМЕРНЫХ ЗАТАПЛИВАЕМЫХ ЗАПАДИН МЕЖДУРЕЧНОГО НЕДРЕНИРУЕМОГО ТИПА МЕСТНОСТИ ОКСКО - ДОНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

FUNCTIONING OF EPHEMERAL FLOODING DEPRESSIONS OF INTERFLUVE NON-DRAINED LANDSCAPE IN THE OKA-DON LOWLAND

Филь П.П.¹, Юрова А.Ю.¹, Доброхотов А.В.², Козлов Д.Н.¹Fil P.P.¹, Yurova A.Yu.¹, Dobrokhoto A.V.², Kozlov D.N.¹

e-mail: philpaulp@gmail.com

¹Почвенный Институт им. В.В. Докучаева, Москва, Россия²Агрофизический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия¹V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia²Agrophysical Research Institute, St. Petersburg, Russia

Аннотация. Почвенно-ландшафтное разнообразие Окско-Донской низменности представляет собой сложно функционирующие, организационно разнообразные, закономерно сменяющие друг друга плоские замедленно дренируемые междуречья, испещрённые многочисленными западинами и хорошо дренируемые расчленёнными эрозийными сетями - плакорные ландшафты. При этом лесостепь, как сельскохозяйственный регион со свойственной ему всеобщей антропогенной освоенностью и высокой межгодовой изменчивостью погодных и климатических условий характеризуется сильным варьированием потенциала использования агроландшафтов. В результате чего для проведения качественной интенсификации земледелия возникает необходимость учета возможных ситуаций базируясь на экологическом потенциале и изменчивости ландшафтов, необходимую характеристику которого может обеспечить структурно-функциональный подход изучения ПТК, предлагаемый ландшафтоведением.

Abstract. The soil-landscape diversity of the Oka-Don lowland is a complex functioning, organizationally diverse, regularly replacing each other flat slow-draining interfluvies, dotted with numerous depressions and well-drained by dissected erosion networks - upland landscapes. At the same time, the forest-steppe, as an agricultural region with its characteristic universal anthropogenic development and high interannual variability of weather and climatic conditions, is characterized by a strong variation in the state and potential for the use of agrolandscapes. As a result, to carry out a qualitative intensification of agriculture, it becomes necessary to take into account possible situations based on the ecological potential of landscapes, the necessary characteristics of which can be provided by the structural-functional approach to studying nature offered by landscape science.

Ключевые слова: междуречного недренируемый тип местности, почвенная гидрология, функционирование агроландшафтов, Окско-Донская низменность, гидрофизическое моделирование

Keywords: undrained landscape, soil hydrology, agrolandscape functioning, Oka-Don lowland, hydrophysical modeling

Целью работы являлось выявление особенностей функционирования почв междуречно-недренируемого типа местности агроландшафтов Окско-Донской низменности базируясь на теоретическом гидрологическом моделировании с применением структурно-функционального подхода, для выявления пространственно-временной изменчивости водного режима исследуемого типа местности.

Во влажные годы в зависимости от типа местности, рисунок 1 высокий уровень грунтовых вод угнетает развитие некоторых сельскохозяйственных культур из-за анаэробных условий, в то время как в засушливые высоко поднятые грунтовые воды являются важным источником воды для корневой системы растений. Однако во многих лесостепных зонах земного шара, в том числе в Окско-Донской низменности, проведено крайне мало исследований, объясняющих причины динамики УГВ и влажности почвы на ландшафтном уровне. Исходя из вышеперечисленного, нами были выбраны модели, которые можно было бы использовать и для прикладных целей, использовать её для поддержки принятия решений в сельском хозяйстве. Для параметризации выбранных моделей гидрологического функционирования почв агроландшафтов были использованы материалы регулярной космической съемки, на основании которой было выполнено автоматизированное объектно-ориентированное дешифрирование динамики уровня воды очагов переувлажнения западного комплекса, как функциональных элементов морфологической структуры недренируемых междуречий.

Выполнены расчеты гидрологического функционирования агроландшафтов используя модели уровня грунтовых вод WASA-SED, динамики влажности почвы, проведена их параметризация используя литературные, экспедиционные и лабораторные данные, и выполнена верификацию расчетов используя полевые материалы мониторинга уровня грунтовых вод и влажностью почвы. Для выполнения работы использованы физико-математические, сравнительно-географические, картографические, статистические, полевые, дистанционные методы и нейронные методы.

Из-за удобства применения, наличия разработанной программной библиотеки для среды программирования R и многолетнего опыта Канадских коллег в применение данного подхода в регионе Прерий Подхоллов для моделирования УГВ была выбрана кинематическая волновая модель WASA-SED с преимуществами для аналитического и полуаналитического решения, которая была разработана Fan and Bras (1998) и далее расширена Troch et al. (2002). Она основана на использовании функции влагоемкости почвы по катене, она применялась для оценки уровня грунтовых от нижней точки тальвега и до вершины междуречья.

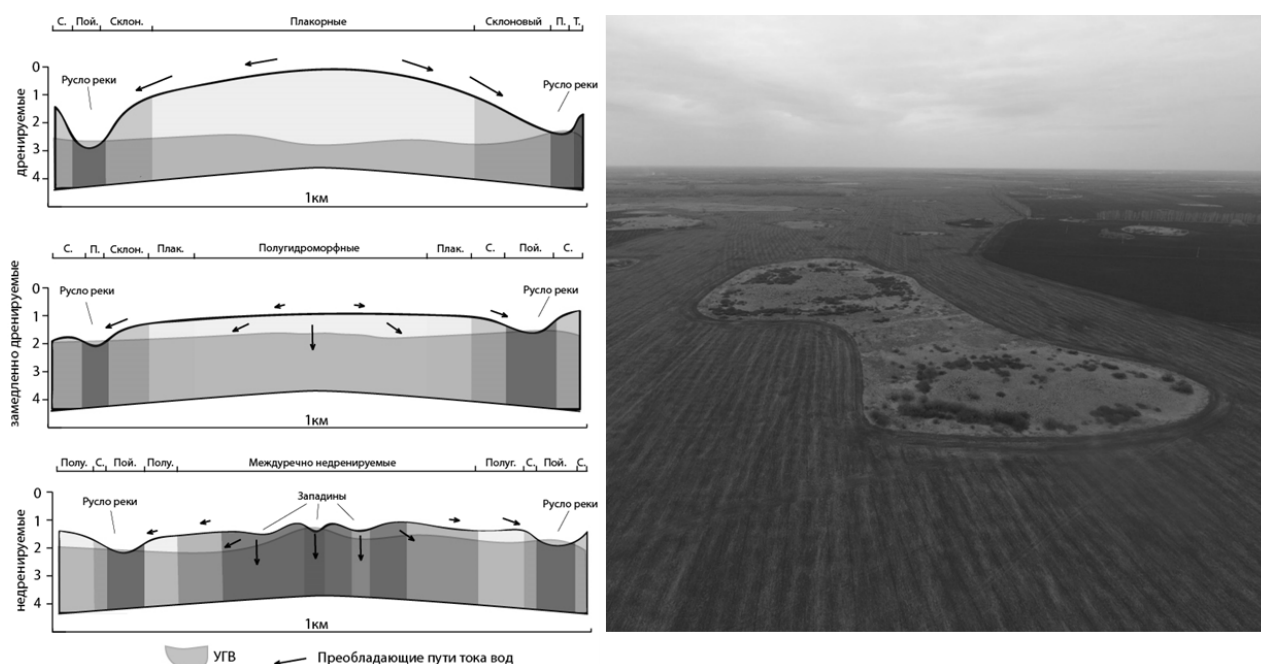


Рис. 1. Слева - основные варианты ландшафтных профилей Окско-Донской низменности. Справа – внешний вид западины

Расчеты динамики влажности почвы по уравнению Ричардса велись в среде Python, используя библиотеки. На верхние граничные условия принимались расчеты из WASASED интерполированные на пиксель объемы воды). Из-за большой ресурсоемкости расчетов результатам расчетов для выбранных точек были получены с 2017 по 2022 год, с шагом 30 метров в пространстве и 8 временных разрезов в сутки во времени и разверткой по глубинам почвенного профиля (1-2-4-8-15-25-35-45-55-65-75-85-95-105-115-125-135-145-155-200-300-500-1000 сантиметров), что позволило получить содержания воды почвы с учетом вертикальных (WASASED) и горизонтальных потоков влаги для любой из дат за период, с разрешением 10 метров.

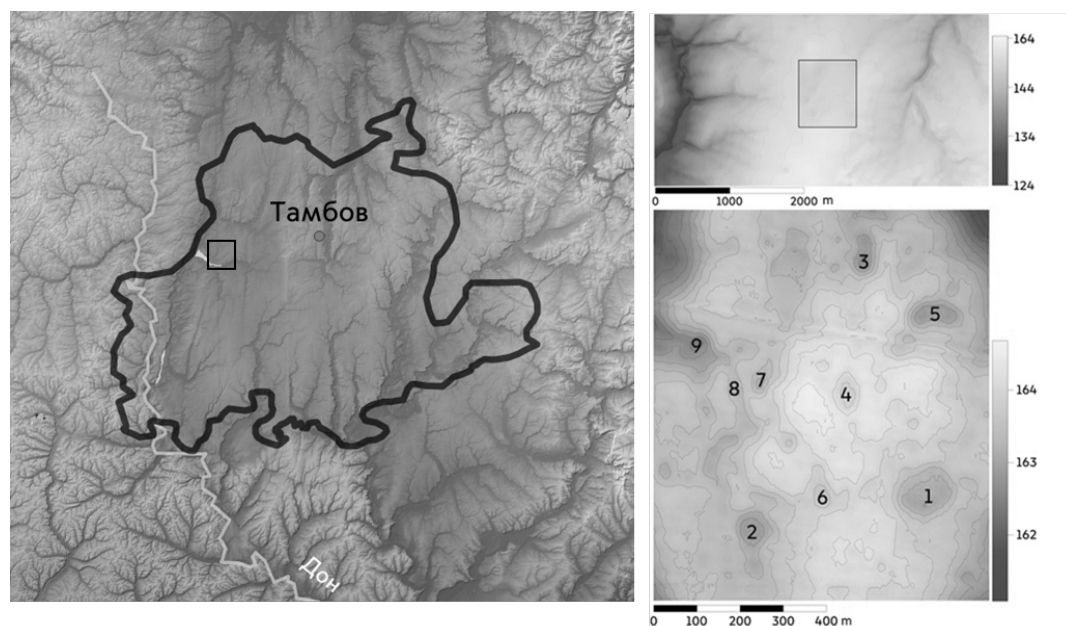


Рис. 2. Расположение ключевого участка исследования

Используя в комплексе методы дистанционного и полевого мониторинга, гидрофизического-моделирования динамики влаги моделями WASASED и моделью влажности почв в ландшафте было выявлено, что западинные урочища действительно в весенний период после снеготаяния переводят поверхностный сток в подземный, однако заполняемость их водой не строго связано с дальнейшими величинами уровня грунтовых вод и влажности почвы в пределах недренируемого типа местности. Так как объем заполняемости западин водой – это индикатор функционирования всего ландшафта. Заполняемость водой таких урочищ зависит от их морфометрии (глубины, площади, объема), морфометрии

водосборной площади, характера погоды (мощности снежного покрова, глубины промерзания, типа землепользования).

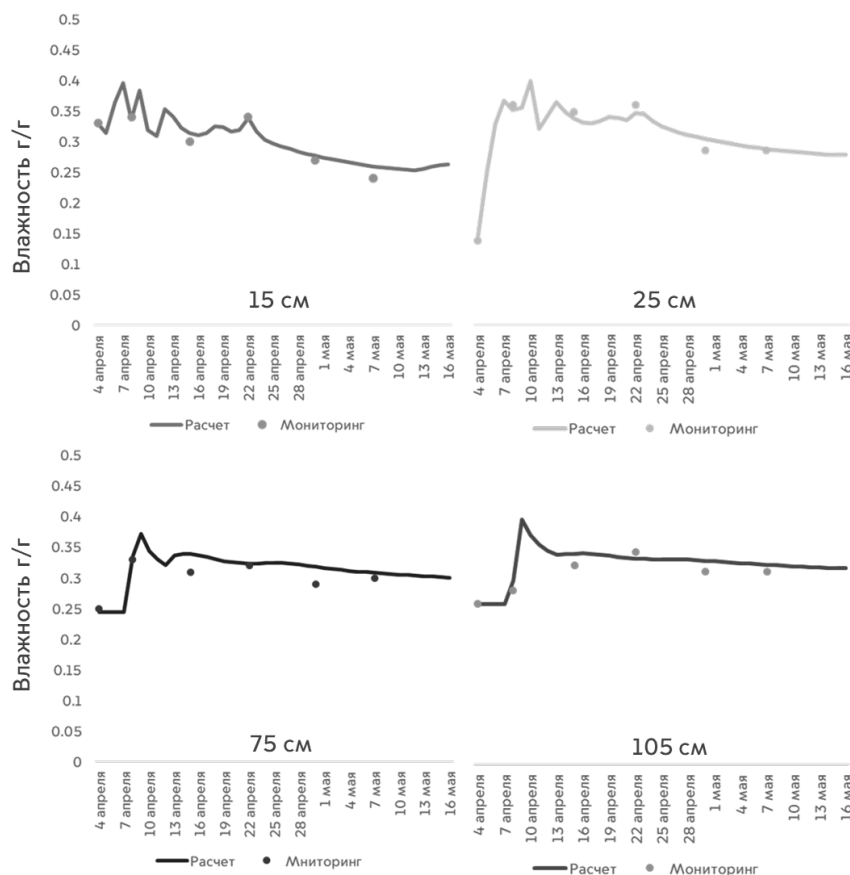


Рис. 3. Динамика влажности на 4 глубинах, полученная расчетным методом и методом мониторинга влажности почвы отбором образцов в поле

Уровень грунтовых вод и влажность почвы тесно связаны не только с положением в рельефе и литологическими особенностями подстилающих под (чем более выположен рельеф и большая плотность западин – выше уровень грунтовых вод и влажность почвы) но и с состоянием заполняемости западин, причины динамики которых описаны выше.

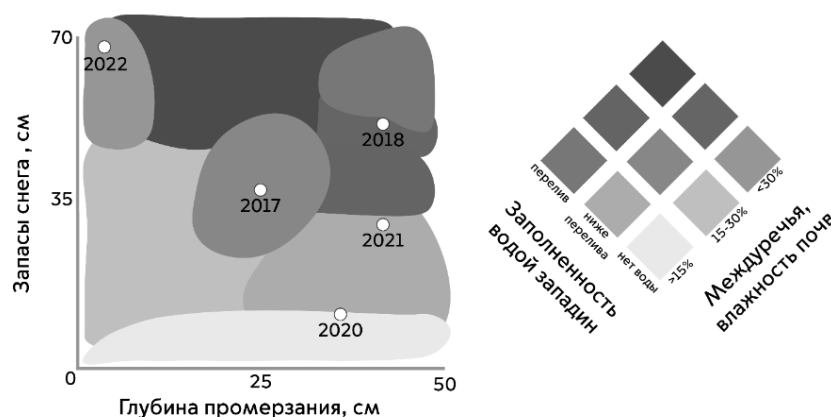


Рис. 4. Диаграмма весенних состояний междуречно-недренируемого типа местности в рассматриваемые в работе года в признаковом пространстве запасов снега перед снеготаянием и глубины промерзания почвы

Используя результаты, представленные в работе представлена диаграмма состояний междуречно-недренируемого типа местности отражающая динамику заполненности западин водой и влажности почвы в двух факторном фазовом пространстве глубины промерзания и мощности снежного по-

крова. Так для 2021 года было характерно повсеместное заполнение водой, однако это было связано не с избытком влаги, а с высокой глубиной промерзания почвы, способствующему активному притоку воды в западины, но сопровождаемая это дефицитом влаги в почве. А весна 2022 характеризовалось практически полным отсутствием воды в западинах, но влажность почвы была выше средне-весенней. Выяснить причины вариабельности режима функционирования и его влияния на структуру ландшафтов позволило применение в работе физико-математических и классических географических методов.).

Уровень грунтовых вод и влажность почвы тесно связаны не только с положением в рельефе и литологическими особенностями подстилающих пород (чем более выположен рельеф и большая плотность западин – выше уровень грунтовых вод и влажность почвы) но и с состоянием заполняемости западин.

Литература

1. Окско-Донское плоскогорье / Ф.Н. Мильков, Н.И. Ахтырцева, К.А. Дроздов [и др.]; под ред. Ф. Н. Мильков. – Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета, 1976 -
2. Fan, Y., Bras, R.L., 1998. Analytical solutions to hillslope subsurface storm flow and saturation overland flow. *Water Resour. Res.* 34, 921–927. <https://doi.org/10.1029/97WR03516>.
3. Güntner, A., 2002. Large-scale hydrological modelling in the semi-arid North-East of Brazil. *PIK Rep.* 1–119.
4. Güntner, A., Bronstert, A., 2004. Representation of landscape variability and lateral redistribution processes for large-scale hydrological modelling in semi-arid areas. *J. Hydrol.* 297, 136–161. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.04.008>.
5. Troch, P., Van Loon, E., Hilberts, A., 2002. Analytical solutions to a hillslope-storage kinematic wave equation for subsurface flow. *Adv. Water Resour.* 25, 637–649. [https://doi.org/10.1016/S0309-1708\(02\)00017-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1708(02)00017-9)