

Научная статья

Original article

УДК 631.6.02

DOI:10.24412/2588-0209-2021-10438

**УВЛАЖНЕННОСТЬ АГРОЛАНДШАФТОВ МИНУСИНСКОЙ
КОТЛОВИНЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**
HUMIDITY OF AGRICULTURAL LANDSCAPES OF THE MINUSINSKY
KOTLOVVINY KRASNOYARSKY KRAI



Бадмаева Софья Эрдыниевна, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой кадастра застроенных территорий и геоинформационных технологий, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет» (660049 Россия, г. Красноярск, пр. Мира, д. 90), s.bad55@mail.ru

Лидяева Наталья Евгеньевна, аспирант кафедры кадастра застроенных территорий и геоинформационных технологий, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет» (660049 Россия, г. Красноярск, пр. Мира, д. 90), lidyaeva2010@mail.ru

Badmaeva Sofya Erdynievna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Cadastre of Built-Up Territories and Geoinformation Technologies, FSBEI HE "Krasnoyarsk State Agrarian University" (660049 Russia, Krasnoyarsk, Prospect Mira, 90), s.bad55@mail.ru

Lidyaeva Natalia Evgenievna, Post-graduate student of the Department of Cadastre of Built-Up Territories and Geoinformation Technologies, FSBEI HE

"Krasnoyarsk State Agrarian University" (660049 Russia, Krasnoyarsk, Prospect Mira, 90), lidyaeva2010@mail.ru

Аннотация. Природная увлажнённость агроландшафтов является одним из важнейших экологических и ресурсных показателей и определяется отношением приходных статей водного баланса к потенциальной испаряемости с водной поверхности и гидротермическими условиями. Расчет тепло- и влагообеспеченность агроландшафтов выполняется на основе коэффициента природного увлажнения (K_u) и гидротермического коэффициента (ГТК). Многолетние значения K_u и ГТК за вегетационный период характеризуются определённой изменчивостью: в сухие годы K_u и ГТК уменьшается от линии среднемноголетних показателей, а во влажные – увеличивается.

Abstract. The natural moisture content of agricultural landscapes is one of the most important environmental and resource indicators and is determined by the ratio of the incoming water balance items to the potential evaporation from the water surface and hydrothermal conditions. The calculation of heat and moisture supply of agricultural landscapes is carried out on the basis of the coefficient of natural moisture (K_u) and the hydrothermal coefficient (HC). Long-term values of K_u and GTC for the growing season are characterized by certain variability: in dry years, K_u and GTC decreases from the line of average long-term indicators, and in wet years it increases.

Ключевые слова: увлажненность, агроландшафты, водосбор, осадки, годовой сток, слой стока.

Keywords: humidity, agricultural landscapes, catchment, precipitation, annual runoff, runoff layer.

Нами проведены исследования по влагообеспеченности, по среднегодовым объемам стока с водосборных площадей в годы разной обеспеченности агроландшафтов Минусинской котловины.

В таблице 1 представлены среднемноголетние климатические характеристики изучаемых агроландшафтов.

Таблица 1 – Среднемноголетние климатические характеристики агроландшафтов

Агроландшафты	осадки, мм	$\sum t^0 \geq 10^0\text{C}$	испар., мм	Ку	ГТК
Балахтинский	300-400	1500-1600	575	0,61	1,1
Ужурский	400-450	1600-1800	590	0,72	1,2
Южно–Минусинский	460-490	1700-1900	418	0,87	1,4

Как видно из таблицы 1, агроландшафты отличаются по условиям увлажненности. Так, например, Южно – Минусинский агроландшафт находится в более оптимальных природно – климатических условиях для возделывания сельскохозяйственных культур. По коэффициенту увлажненности территория близка к обеспеченности увлажнением, гидротермический коэффициент характеризует агроландшафт как влажный. Балахтинский агроландшафт по климатическим показателям относится к засушливому и слабозасушливому. Для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, в особенности влаголюбивых, на территории данного агроландшафта требуются мелиоративные мероприятия, такие как снегозадержание, влагозарядковые поливы, орошение. Ужурский агроландшафт по сравнению с двумя вышеназванными занимает промежуточное положение [1, 3]. Оросительные мелиорации могут быть рекомендованы на локальных участках агроландшафта для возделывания пропашных и овощных культур [5, 8].

Годовой сток с лесостепных и степных агроландшафтов интегрируется из стока, формирующегося в весенний период, стока из дождей, выпадающих в весенний и летний период, и меженного стока. Годовой сток с водосборов, площадь которых превышает некоторый критический предел $F \geq F^1$ (га), определяется зональным значением, обусловленный его увлажненностью. На водосборах с площадью меньше критической ($F \leq F^1$) оказывает влияние

фактор «неполноты дренирования», который проявляется в меженные периоды года. В результате действия этого фактора малые водосборы пересыхают или имеют незначительный меженный сток, снижающие реальные величины годового стока относительно его зональных значений [4, 5].

Среднее значение слоя годового стока на Балахтинском агроландшафте не превышает 71 мм, тогда как в Южно – Минусинском составляет 90 мм. Самый низкий слой годового стока формируется на Ужурском агроландшафте и составляет 38 мм. Зональные значения слоя годового стока по годам различной обеспеченности по изучаемым агроландшафтам наглядно представлены на рисунке 1.

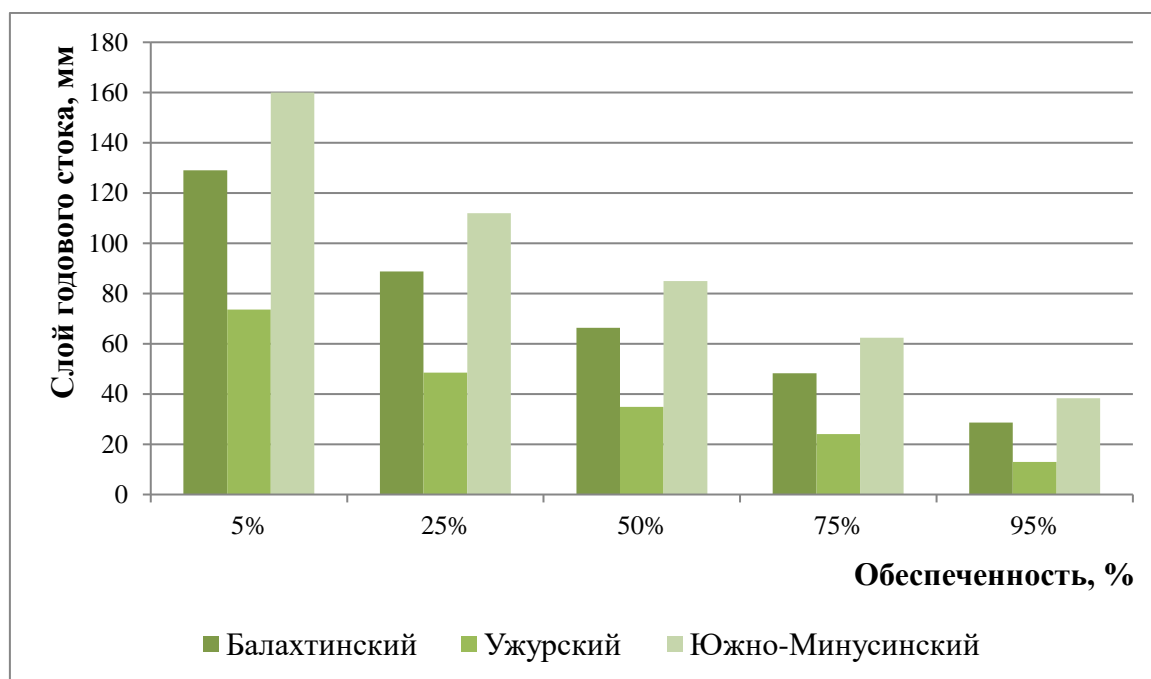


Рисунок 1 – Слой годового стока различной обеспеченности

В зависимости от увлажненности территории агроландшафта зональное среднее многолетнее значение колеблется в пределах 73,6 – 160,0 мм для 5% обеспеченности до 13,0 – 38,3 мм для 95% -й вероятности превышения.

Фактически весь годовой объем стока на малых открытых водосборах и агроландшафтных участках формируется в два весенних месяца – март – апрель. В связи с этим принято следующее типовое распределение стока:

- многоводные годы ($p \leq 33\%$): март – 15, апрель – 85%;
- средние по водности годы ($p \leq 33 \leq 67\%$): март – 40, апрель – 60%;
- маловодные годы ($p \geq 67\%$): март – 0, апрель – 100%.

На малых водосборах с участками лесонасаждений $\geq 10\%$ от площади водосбора формирование стока полностью смещается на апрель. Определение расчетных значений характеристик годового стока для агроландшафтных участков выполняется методом интерполяции [2, 6, 7].

Нами рассчитаны слой и объемы годового стока на полевых участках Балахтинского, Ужурского и Южно – Минусинского агроландшафтов.

Балахтинский агроландшафт. В условиях Балахтинского агроландшафта на изучаемом полевом участке площадью 100 га зональное значение годового стока 5%-й обеспеченности наблюдалось только на водосборах (F^1 , км²) с площадью более 79,7 км². Слой стока составил 54,5 мм или 54400 м³. Годовой сток 50%-й обеспеченности наблюдалось на водосборах с площадью 104 км² и при этом слой стока был равен 29,0 мм или 29000 м³. При годовом стоке 95%-й обеспеченности с площади водосбора в 141,8 км² на этом же полевом участке слой и объем годового стока составили соответственно 17,3 мм или 17300 м³.

Ужурский агроландшафт. В условиях Ужурского агроландшафта на полевом участке площадью 100 га зональное значение годового стока 5%-й обеспеченности наблюдалось только на водосборах (F^1 , км²) с площадью более 90,0 км². Слой стока составил 34,7 мм или 34700 м³. Годовой сток 50%-й обеспеченности наблюдалось на водосборах с площадью 129,8 км² и при этом слой стока был равен 20,5 мм или 20500 м³. При годовом стоке 95%-й обеспеченности с площади водосбора в 196 км² на этом же полевом участке слой и объем годового стока составили соответственно 11,0 мм или 11000 м³.

Южно – Минусинский агроландшафт. В Южно – Минусинском агроландшафте на полевом участке площадью 100 га зональное значение годового стока 5%-й обеспеченности наблюдалось только на водосборах (F^1 , км²) с площадью более 77,9 км². Слой стока составил 60,5 мм или 60500 м³.

Годовой сток 50%-й обеспеченности наблюдалось на водосборах с площадью 100,6 км² и при этом слой стока был равен 34,8 мм или 34800 м³. При годовом стоке 95%-й обеспеченности с площади водосбора в 147,8 км² на этом же полевым участке слой и объем годового стока составили соответственно 19,1 мм или 19100 м³.

В таблице 2 представлены слой стока по изучаемым агроландшафтам в зависимости от обеспеченности.

Таблица 2 – Слой стока (мм) в зависимости от обеспеченности (%)

Агроландшафт	5	50	95
Балахтинский	54,5	29,0	17,3
Ужурский	34,7	19,8	11,2
Южно – Минусинский	60,5	34,8	19,1

Следовательно, самые высокие значения слоя стока наблюдается на Южно – Минусинском агроландшафте и составляет в зависимости от обеспеченности от 19,1 до 60,5 мм, тогда как на Ужурском агроландшафте эти показатели равны соответственно: 11,2, 19,8 и 34,7 мм.

Зимние осадки в среднем составляют 20-40 % в суммарных годовых осадках, и, следовательно, в годовом увлажнении агроландшафтов лесостепной зоны. Среднемноголетнее значение запасов воды в снеге на лесостепных водосборах перед началом таяния составляет 50 – 70 мм, достигая в многоснежные годы 150 – 150 мм (1%-я обеспеченность) и уменьшаясь до 20 – 25 мм в очень малоснежные зимы (99%-я обеспеченность). Наиболее неравномерно снегозапасы распределяются в пределах пересеченных лесостепных водосборов, в урочищах. Максимальные снегозапасы (более 150 мм) формируются в притальвежной части дна лощин с подветренной стороны склона.

Таяние накопленных за зиму снегозапасов формируют весенний сток, который составляет в среднем от 6 до 40 мм, уменьшаясь на лесостепных агроландшафтных участках в отдельные годы до 1 мм. В весенний период в

разные по водности годы проходит от 60 до 90 % годового стока. Главными стокообразующими факторами являются величина снегозапасов, температурный режим весны и гранулометрический состав почвенного покрова. На различных агроландшафтных участках формируются различные по величине предвесенние влагозапасы, что вместе с конкретными условиями весны определяет различные коэффициенты весеннего стока.

В условиях лесостепной зоны весенний сток наблюдается во второй половине марта и в апреле с наступлением положительных дневных температур воздуха.

Среднее многолетнее значение весеннего стока h_v на агроландшафтах Красноярского края колеблется от 6 до 40 мм в зависимости от обеспеченности и месторасположения агроландшафта.

В таблице 3 представлены расчетные значения слоя весеннего (талого) стока на полевых участках рассматриваемых агроландшафтов.

Таблица 3 – Расчетные значения слоя весеннего (талого) стока на полевых участках агроландшафтов

Агроландшафт	Среднее значение слоя стока, мм	Обеспеченность, %				
		10	25	50	75	90
Балахтинский	22	50	32	17	8	3
Ужурский	14	31	19	11	5	2
Южно - Минусинский	19,2	42	30	14	7	3

Среднее значение слоя весеннего (талого) стока на полевых участках агроландшафтов выглядят следующим образом. В Балахтинском агроландшафте этот показатель составляет 22 мм, и самые низкие показатели на Ужурском агроландшафте – 14 мм.

Максимальный расход талых вод $Q_{\text{пх.в}}$ ($\text{м}^3/\text{с}$) 10,50 и 90%-й обеспеченности рассчитаны для рассматриваемых агроландшафтов.

Балахтинский агроландшафт. Максимальный расход талых вод и объем талого стока 10%-й обеспеченности за весенний период составил

$Q_{\text{мх.в,10\%}}=0,211 \text{ м}^3/\text{с}$, $W_{\text{в, 10\%}}=50,0 \text{ тыс. м}^3$. Слой стока составил $h_{\text{в, 10\%}}= 50 \text{ мм}$. При 50%-й обеспеченности максимальный расход талых вод и объем талого стока составил $Q_{\text{мх.в,50\%}}=0,0515 \text{ м}^3/\text{с}$, $W_{\text{в, 50\%}}=17,0 \text{ тыс. м}^3$. И максимальный расход талых вод и объем талого стока 90 %-й обеспеченности за весенний период составил $Q_{\text{мх.в,90\%}}=0,0090 \text{ м}^3/\text{с}$, $W_{\text{в, 90\%}}=3,0 \text{ тыс. м}^3$.

Ужурский агроландшафт. Максимальный расход талых вод и объем талого стока 10%-й обеспеченности за весенний период составил $Q_{\text{мх.в,10\%}}=0,142 \text{ м}^3/\text{с}$, $W_{\text{в, 10\%}}=31,0 \text{ тыс. м}^3$. Слой стока составил $h_{\text{в, 10\%}}= 31 \text{ мм}$. При 50%-й обеспеченности максимальный расход талых вод и объем талого стока составил $Q_{\text{мх.в,50\%}}=0,0346 \text{ м}^3/\text{с}$, $W_{\text{в, 50\%}}=11,0 \text{ тыс. м}^3$. И максимальный расход талых вод и объем талого стока 90 %-й обеспеченности за весенний период составил $Q_{\text{мх.в,90\%}}=0,0060 \text{ м}^3/\text{с}$, $W_{\text{в, 90\%}}=2,0 \text{ тыс. м}^3$.

Южно – Минусинский агроландшафт. Максимальный расход талых вод и объем талого стока 10%-й обеспеченности за весенний период составил $Q_{\text{мх.в,10\%}}=0,163 \text{ м}^3/\text{с}$, $W_{\text{в, 10\%}}=42,0 \text{ тыс. м}^3$. Слой стока составил $h_{\text{в, 10\%}}= 42 \text{ мм}$. При 50%-й обеспеченности максимальный расход талых вод и объем талого стока составил $Q_{\text{мх.в,50\%}}=0,040 \text{ м}^3/\text{с}$, $W_{\text{в, 50\%}}=14,0 \text{ тыс. м}^3$. И максимальный расход талых вод и объем талого стока 90 %-й обеспеченности за весенний период составил $Q_{\text{мх.в,90\%}}=0,0069 \text{ м}^3/\text{с}$, $W_{\text{в, 90\%}}=3,0 \text{ тыс. м}^3$.

На рисунке 2 показана диаграмма объема весеннего (талого) стока разной обеспеченности по агроландшафтам.

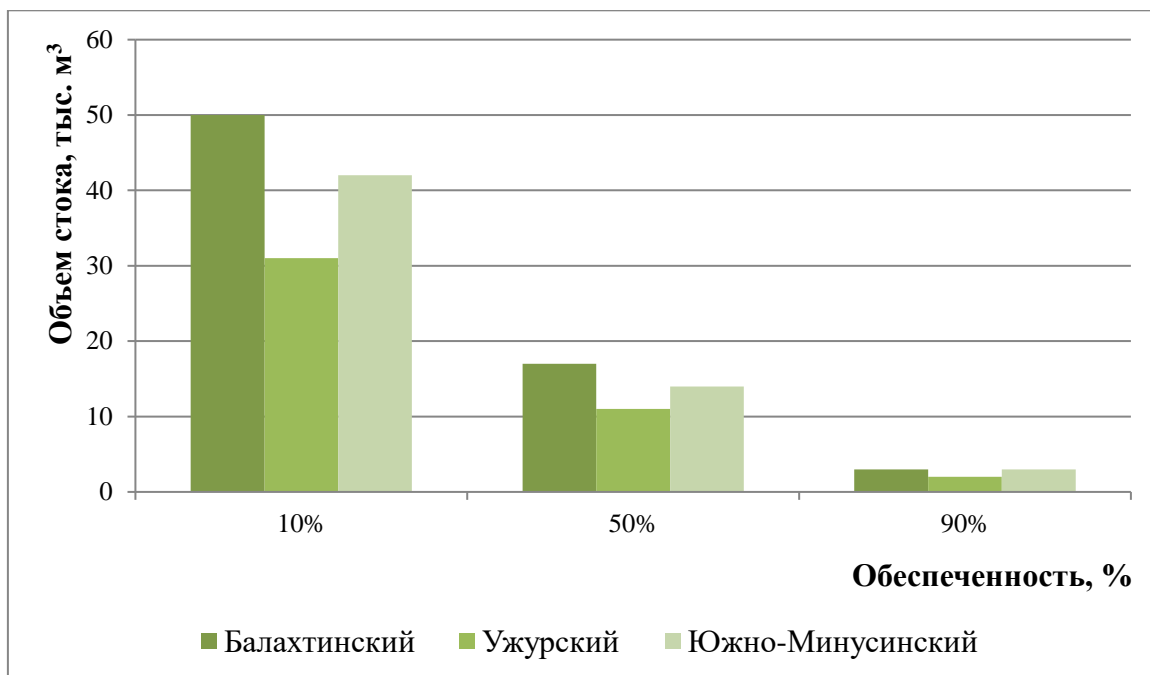


Рисунок 2 – Диаграмма объема весеннего (талого) стока по агроландшафтам

Таким образом, формирование максимального расхода талых вод и объема талого стока зависит от почвенно – климатических условий расположения агроландшафта и обеспеченности года слоем стока.

Литература

1. Бадмаева Ю.В. и др. Охрана сельскохозяйственных угодий ЗАО «Новоселовское» Красноярского края на основе эколого-ландшафтного зонирования // Вестник Красноярского государственного аграрного университета – 2018. – №5 - С. 329- 334.
2. Badmaeva S.E., Badmaeva Y.V The state of agrolandscapes of the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Territory // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 421 – Scopus/Web, 2020 – P 1 – 6.
3. Бадмаева Ю.В. Структура агроландшафта Новоселовского района// Научные революции как ключевой фактор развития науки и техники. Сб. статей по итогам Межд. научно – практ. конф. г. Стерлитамак, АМИ – 2020. – С. 242 – 244.

4. Бадмаева Ю.В., Морев И.О., Кудрин В.С. Устойчивость агроландшафтов Минусинской лесостепи Красноярского края// Астраханский Вестник экологического образования – 2021. – № 1(61). – С. 93-96.

5. Балакай Георгий Трифонович и др. Ландшафтное земледелие в условиях орошения Ростовской области. Новочеркасск: Южно-Российский государственный технический университет, 2000. – 324 с.

6. Бураков Д.А. Основы гидрологических прогнозов объема и максимума весеннего половодья в лесной зоне Западно – Сибирской равнины// Вопросы географии Сибири. – 1978. – Вып.11. – С. 3 – 49.

7. Дубенок Н.Н., Сухарев В.И. Водный баланс агроландшафтов Центрального Черноземья и его регулирование. - М.: Колос, 2010. — 188 с.

8. Кирейчева Л.В. Технологии управления продуктивностью мелиорируемых агроландшафтов различных регионов Российской Федерации. М.: ВНИИ-ГйМ, 2008. - 81 с.

Literatura

1. Badmaeva YU.V. i dr. Okhrana sel'skokhozyaistvennykh ugodii ZAO «NovoselovskoЕ» Krasnoyarskogo kraya na osnove ehkologo-landshaftnogo zonirovaniya // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – 2018. – №5 - S. 329- 334.

2. Badmaeva S.E., Badmaeva Y.V The state of agrolandscapes of the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Territory // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 421 – Scopus/Web, 2020 – R 1 – 6.

3. Badmaeva YU.V. Struktura agrolandshafta Novoselovskogo raiona// Nauchnye revolyutsii kak klyuchевой faktor razvitiya nauki i tekhniki. Sb. statei po itogam Mezhd. nauchno – prakt. konf. g. Sterlitamak, AMI – 2020. – S. 242 – 244.

4. Badmaeva YU.V., Morev I.O., Kudrin V.S. Ustoichivost' agrolandshaftov Minusinskoi lesostepi Krasnoyarskogo kraya// Astrakhanskii Vestnik ehkologicheskogo obrazovaniya – 2021. – № 1(61). – S. 93-96.

5. Balakai Georgii Trifonovich i dr. Landshaftnoe zemledelie v usloviyakh orosheniya Rostovskoi oblasti. Novocherkassk: Yuzhno-Rossiiskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2000. – 324 s.
6. Burakov D.A. Osnovy gidrologicheskikh prognozov ob"ema i maksimuma vesennego polovod'ya v lesnoi zone Zapadno – Sibirskoi ravniny// Voprosy geografii Sibiri. – 1978. – Vyp.11. – S. 3 – 49.
7. Dubenok H.H., Sukharev V.I. Vodnyi balans agrolandshaftov Tsentral'nogo Chernozem'ya i ego regulirovanie. - M.: Kolos, 2010. — 188 s.
8. Kireicheva L.V. Tekhnologii upravleniya produktivnost'yu melioriruemykh agrolandshaftov razlichnykh regionov Rossiiskoi Federatsii. M.: VNII-GIM, 2008. - 81 s.

© Бадмаева С.Э., Лидяева Н.Е., 2021. *International agricultural journal*, 2021, № 6, 882-892.

Для цитирования: Бадмаева С.Э., Лидяева Н.Е. Увлажненность агроландшафтов минусинской котловины Красноярского края//International agricultural journal. 2021. № 6, 882-892.