

ISSN 1561-8323 (Print)
ISSN 2524-2431 (Online)

УДК 535.37
<https://doi.org/10.29235/1561-8323-2020-64-2-225-232>

Поступило в редакцию 20.02.2020
Received 20.02.2020

С. А. Лысенко, академик В. Ф. Логинов

Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь

РОЛЬ ЛЕСОВ В ПОДДЕРЖАНИИ ВОДНОГО БАЛАНСА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Аннотация. Проведен анализ связи лесистости и количества летних осадков на территории Беларуси. Показано, что пространственная структура многолетнего поля осадков в Беларуси во многом объясняется пространственными особенностями ее лесного покрова. В районах с высокой лесистостью летом выпадает на 5–15 % больше осадков, чем на обезлесенной местности. После экстремально засушливых 2014–2015 гг. произошла существенная трансформация поля летних осадков: оно стало практически зеркально противоположным полю летней температуры воздуха, что свидетельствует о важной роли местного испарения в формировании осадков в летние месяцы. Для предотвращения дальнейшего снижения уровня поверхностных и грунтовых вод в Беларуси необходимы дополнительные лесонасаждения, способные уменьшить поверхностный сток в холодный период года, и расширение использования методов агролесоводства при выращивании сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: лесистость, изменение климата, гидрологический цикл, засухи

Для цитирования: Лысенко, С. А. Роль лесов в поддержании водного баланса на территории Беларуси / С. А. Лысенко, В. Ф. Логинов // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2020. – Т. 64, № 2. – С. 225–232. <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2020-64-2-225-232>

Sergey A. Lysenko, Vladimir F. Loginov

Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

ROLE OF FORESTS IN MAINTAINING A WATER BALANCE IN THE TERRITORY OF BELARUS

Abstract. The article analyzes the relationship between the forest cover and the amount of summer rainfalls in Belarus. We found that the spatial structure of the long-term precipitation field in Belarus is largely explained by the spatial features of its forest cover. In particular, the high forest cover in summer time provides 5–15 % more rain falls than that without forest. We also showed that the extremely dry period from 2014 to 2015 led to a significant transformation of the summer rainfall field. As a result, the field becomes almost the mirror opposite to the summer air temperature field. This indicates the important role of local evaporation in the formation of precipitation in the summer months. The important conclusion of the results is that additional forest stands are needed to prevent a further decrease in the level of surface and ground waters in Belarus. We also need to increase the use of agroforestry techniques in crop cultivation.

Keywords: forest cover, climate change, hydrological cycle, drought

For citation: Lysenko S. A., Loginov V. F. Role of forests in maintaining a water balance in the territory of Belarus. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2020, vol. 64, no. 2, pp. 225–232 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2020-64-2-225-232>

Леса оказывают существенное влияние на климат и гидрологический режим местности [1–4]. Облесение территории влечет за собой изменение радиационного баланса, температуры и влажности почвы, скорости ветра, осадков и испарения, уровня грунтовых вод, поверхностного стока и многих других гидрометеорологических характеристик. Леса, обладая большим листовым индексом, при достаточном количестве почвенной влаги испаряют ее больше, чем открытая водная поверхность [3]. Лесистость территории увеличивает шероховатость подстилающей поверхности, вызывая торможение воздушных потоков и их турбулентную конвекцию (восходящие вихревые течения). Биогенные аэрозоли, выделяемые лесами в атмосферу, служат ядрами конденсации и льдообразования и, как следствие, способствуют образованию облаков и осадков [5; 6].

По наблюдениям с геостационарных метеорологических спутников Земли средняя облачность над крупными лесными массивами Западной Европы в летние месяцы статистически достоверно превышает среднюю облачность для прилегающей к ним безлесной местности (на 5–15 % с вероятностью ошибки <5 %) [7]. При этом значительное количество влаги, испаряемой лесами, уносится воздушными течениями и влияет на увлажнение воздуха и выпадение осадков не только над лесом, но и далеко за его пределами [3; 8].

Глубокая и разветвленная корневая система деревьев и лесная подстилка увеличивают инфильтрацию почвы, поэтому поверхностный сток осадков и талых вод в лесу крайне мал и практически вся влага, просачивающаяся в лесную почву, идет на пополнение грунтовых вод и питание растений. По данным [1], в безлесной местности 60–80 % выпавших осадков стекает по поверхности; в лесостепи с лесистостью 20 % количество стекающих осадков сокращается до 25 %, а в лесной местности с лесистостью 60–80 % только 7 % осадков уходит в поверхностный сток. С уменьшением поверхностного стока осадков одновременно замедляется снос водой органических и минеральных частиц почвы, что предотвращает процесс водной эрозии почв.

Таким образом, гидрологический режим местности и распределение по ней атмосферной влаги во многом зависят от правильного использования гидроклиматической роли лесов. В настоящей работе исследуется связь лесистости территории Беларуси с распределением осадков в летние месяцы. С использованием данных спутниковых наблюдений оцениваются изменения древесного покрова Беларуси с 2000 по 2018 г. На основе анализа пространственного распределения осадков в Беларуси до и после сильных засух в 2014–2015 гг. демонстрируется важная роль местного испарения в формировании осадков в летние месяцы. Даются рекомендации по предотвращению дальнейшего истощения водных ресурсов Беларуси в условиях изменяющегося климата.

Изменение древесного покрова Беларуси в текущем столетии. Для анализа лесистости территории Беларуси и ее изменений с начала текущего столетия использовалась web-система глобального мониторинга состояния леса Global Forest Watch, разработанная Институтом мировых ресурсов (World Resources Institute, США) с поддержкой ряда других организаций. Данная система рассчитывает проективное покрытие подстилающей поверхности древесной растительностью с разрешением $30 \times 30 \text{ м}^2$ на основании многоспектральной спутниковой съемки в течение вегетационного периода [9]. При этом под древесной растительностью понимаются все деревья высотой не ниже 5 м, что обуславливает некоторые отличия в спутниковых оценках лесистости территории по сравнению с официальными данными Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь.

Карта покрытия территории Беларуси древесной растительностью по данным Global Forest Watch за 2010 г. приведена на рис. 1. Общая площадь древесного покрова в Республике Беларусь на 2010 г. составляла 9,44 Мга, или примерно 46 % от всей площади республики. Наиболее лесистыми являются Витебская и Гомельская области, покрытые древесной растительностью на 52 и 50 % соответственно. Далее в порядке убывания древесного покрова располагаются Минская (44 %), Могилевская (43 %), Брестская (42 %) и Гродненская (40 %) области.

До 2015 г. потери древесной растительности в Беларуси, вызванные хозяйственной деятельностью и экстремальными погодными явлениями, компенсировались новыми лесонасаждениями. За их счет суммарная лесистость Беларуси за период 2001–2012 гг. уменьшилась всего лишь на 0,2 %. Однако в результате сильных засух и истощения водных ресурсов Беларуси в 2014–2015 гг. в последующие годы началось массовое усыхание деревьев и их поражение короедом. В связи с этим значительные площади леса, особенно в юго-восточной части Беларуси (рис. 1), подверглись экстренной вырубке. С 2016 по 2018 г. общая площадь древесного покрова в Беларуси сократилась на 9,44 Мга – 2,7 % от ее значения в 2010 г. Изменения проективного покрытия областей Беларуси древесной растительностью с 2016 по 2018 г. приведены в таблице.

Наибольшие потери древесной растительности произошли в Гомельской области, где в последние годы складываются крайне неблагоприятные условия влагообеспеченности почв, а сами почвы – в основном песчаные и супесчаные – характеризуются низкой влагоудерживающей способностью. Лишь за три года (с 2016 по 2018) площадь древесного покрова здесь сократилась на

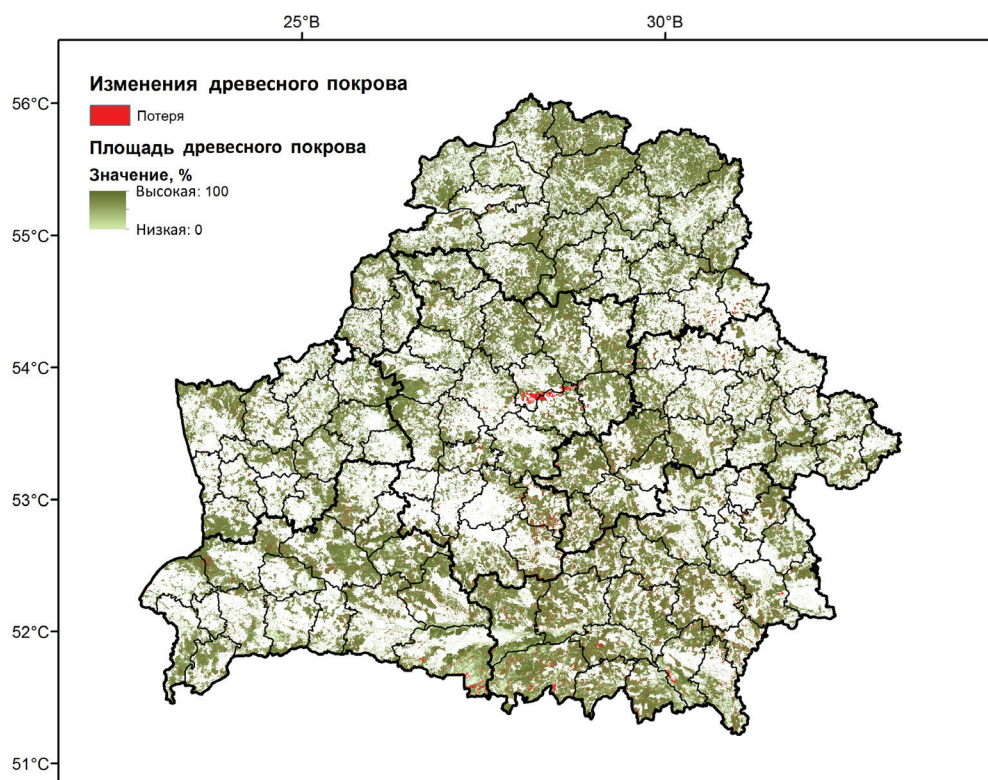


Рис. 1. Карта проективного покрытия Беларуси древесной растительностью. Красным цветом обозначены участки, которые с 2016 по 2018 г. лишились древесной растительности

Fig. 1. Map of the projective forest cover of Belarus. Red color means the plots that lost a forest cover from 2016 to 2018

Общая площадь древесного покрова для областей Беларуси в 2010 г. и ее снижение с 2016 по 2018 г.

Total forest cover area in the territory of Belarus in 2010 and its decrease from 2016 to 2018

Область Region	Древесный покров, млн. га Forest cover, mln ha	Снижение древесного покрова, тыс. га Forest cover decrease, ths ha	Снижение древесного покрова, % Forest cover decrease, %
Брестская	1,37	37,6	2,7
Витебская	2,07	28,9	1,3
Гомельская	2,02	83,8	4,2
Гродненская	1,00	16,2	1,6
Минская	1,76	56,1	3,2
Могилевская	1,21	36,1	3,0

4,2 %, что, в отсутствии роста годовой суммы осадков, очевидно, привело к еще большему ухудшению среднего по области гидрологического режима почв.

Связь лесистости с количеством осадков на территории Беларуси. Пространственное распределение осадков рассчитывалось с использованием сеточного архива метеорологических данных, разработанного в Институте природопользования НАН Беларуси [10]. Архив оснащен удобным пользовательским интерфейсом, позволяющим анализировать и визуализировать статистические характеристики метеорологических полей за период с 1945 по 2018 г.

Карта распределения суммы летних осадков на территории Беларуси представлена на рис. 2. Сравнивая ее с картой лесистости (рис. 1), несложно заметить, что локальные максимумы суммы летних осадков расположены в районах с высоким лесным покровом. Все локальные минимумы осадков приурочены к урбанизированным территориям или к сельскохозяйственным угодьям. Самое яркое пятно в поле осадков находится на западе Гомельской области, где располагаются

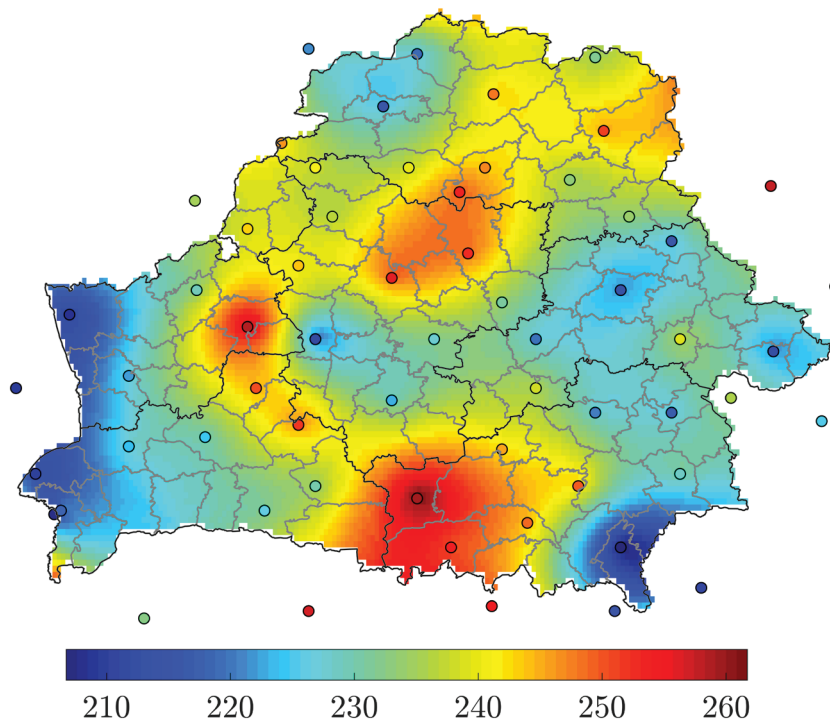


Рис. 2. Распределение суммы летних осадков по территории Беларуси с усреднением за период 1970–2013 гг. Точки – данные метеорологических наблюдений, карта – результат их интерполяции методом простого кригинга

Fig. 2. Total summer rainfall distribution in the territory of Belarus with the averaging during 1970–2013. The points are the meteorological observation data and the map is the result of their interpolation by the simple Kriging method

Национальный парк «Припятский» и Республиканский ландшафтный заказник «Ольманские болота», а со стороны Украины – Природный заповедник «Ривненский». Другие локальные максимумы осадков располагаются в порядке убывания их величин вблизи Республиканского заказника «Налибокский», Березинского биосферного заповедника и Республиканского ландшафтного заказника «Выгонощанское». Повышенный уровень летних осадков наблюдается также и в западной части Витебской области, отличающейся высокой лесистостью.

Стоит заметить, что невысокая плотность метеорологической сети Беларуси не позволяет не то, что достоверно установить размер зоны микроклиматического влияния лесных массивов, но даже обнаружить сам факт такого влияния для многих из них. В частности, ближайшие метеостанции к Беловежской пуце – Пружаны, Волковыск и Высокое – расположены в 20–40 км от нее на обезлесенной местности (в окружении пахотных земель и лугов), поэтому оценить по ним микроклиматическое влияние самой пуцы практически невозможно.

Тем не менее, при всех недостатках исходных данных, даже простое сопоставление карт лесистости и количества осадков позволяет однозначно утверждать, что лесистость территории является важным фактором формирования осадков в летние месяцы. Несмотря на то что среднее количество осадков на суше определяется влагой, приносимой с океанов, лесные массивы способны эффективно задерживать воздушные потоки и перераспределять эту влагу по территории суши. Как видно из многолетнего распределения суммы летних осадков по территории Беларуси (рис. 2), в районах с высокой лесистостью эта сумма на 5–15 % выше, чем на территории, лишенной древесной растительности.

Второй аспект влияния лесов на водный баланс территории связан с регуляцией ими поверхностного и подземного стоков. Лесные почвы, обладающие высокой инфильтрационной способностью, не позволяют атмосферным осадкам и талым водам расходоваться в виде поверхностного стока, что способствует их накоплению в водоносных слоях в холодный период года. В засушливые периоды, когда реки и озера в основном питаются грунтовыми водами, конвективные осад-

ки выпадают преимущественно на тех территориях, которые содержат достаточные для поддержания их уровня запасы подземных вод.

Важная роль конвективных осадков в летние месяцы отчетливо проявилась в Республике Беларусь после экстремально засушливых 2014 и 2015 гг., когда уровень грунтовых вод опустился до рекордно низких отметок [11]. О масштабах ухудшения гидрологического режима на территории Беларуси в эти годы можно судить по данным спутниковых наблюдений гравитационных аномалий Земли, дающих представление о колебаниях общих водозапасах в земной толще (включая воду в почве, подземные и грунтовые воды). Понижение водозапаса с 2014 г. происходило на всей территории Беларуси, но наиболее существенно – на юге страны, где истощение водных ресурсов было одним из самых сильных в Европе (рис. 3).

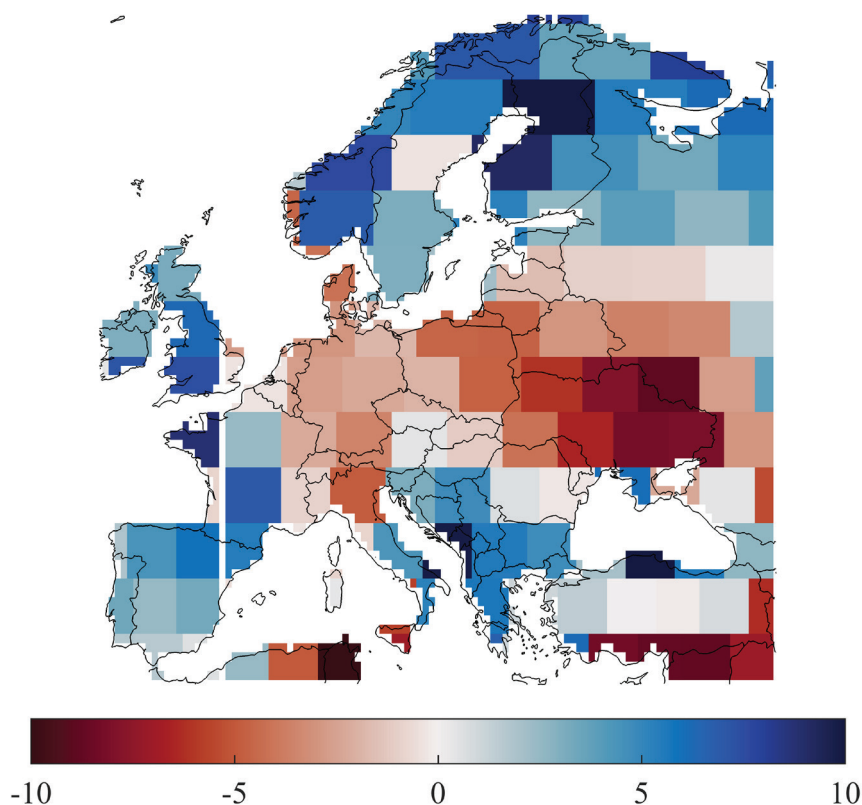


Рис. 3. Различия эффективного слоя воды (см) в земной толще на территории Европы для двух периодов: 2014–2017 гг. и 2002–2013 гг. Расчеты по данным спутникового эксперимента GRACE (Gravity Recovery And Climate Change), проводимого NASA в 2002–2017 гг.

Fig. 3. Difference in the water layer (cm) efficiency in the earth thickness in the territory of Europe for two periods: 2014–2017 and 2002–2013. Calculations are made using the data of the satellite experiment GRACE (Gravity Recovery and Climate Change) made by NASA from 2002 to 2017

В Гомельской области среднегодовое количество осадков в 2014 г. было на 18 %, а в 2015 г. на 21 % ниже нормы. В эти годы на многих гидрологических постах были зафиксированы «исторические» минимумы уровней грунтовых вод. По отношению к среднемноголетнему уровню понижение грунтовых вод составило от 1 до 2 м. Продолжительный спад уровней грунтовых вод оказал крайне негативное влияние на формирование гидрологического режима рек. Средний уровень рек Гомельской области в 2015 г. был на 50 % ниже нормы [11].

Истощение водных ресурсов на территории Беларуси привело к существенной трансформации поля осадков в летние месяцы. В 2016–2017 гг. оно приобрело нетипичный для Беларуси вид, став практически зеркально противоположным полю средней за лето температуры воздуха (рис. 4). Такие виды зависимости складываются, как правило, в степной зоне. Наименьшие осадки стали выпадать на юге и юго-востоке Беларуси – территориях, которые в наибольшей степени подвер-

глись засухам в 2014–2015 гг. Наибольшее количество осадков наблюдалось на северо-западе Беларуси, где из-за умеренно высоких температур затраты водных ресурсов на питание растений и испарение в атмосферу в предыдущие два года были меньше, чем в остальной части Беларуси.

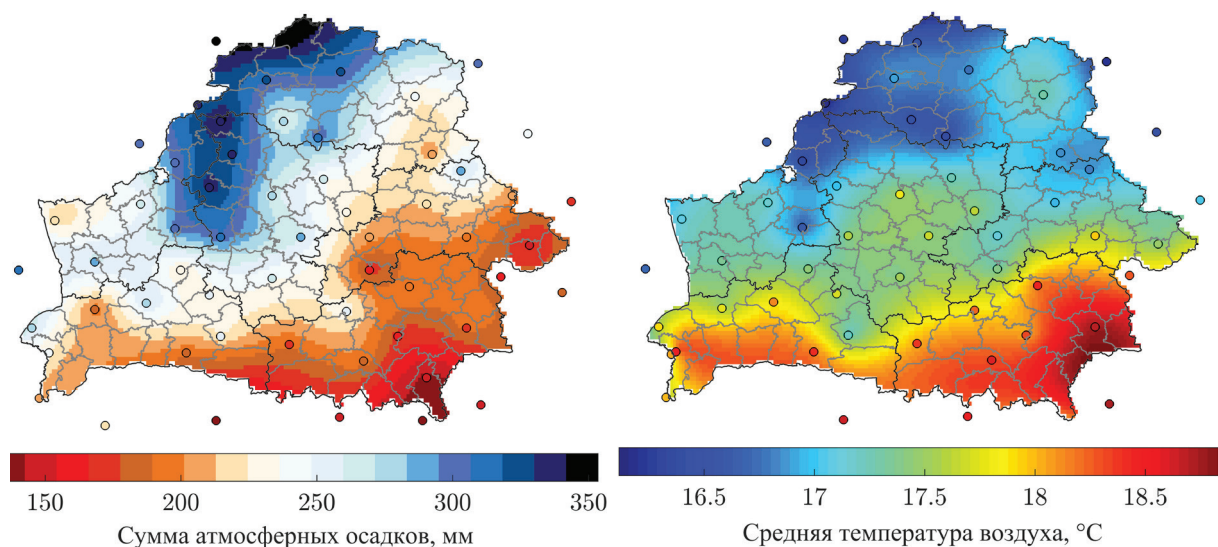


Рис. 4. Пространственные распределения средней суммы летних осадков в 2016–2017 гг. и средней летней температуры воздуха за период 1970–2017 гг.

Fig. 4. Spatial distributions of the average sum of summer rainfalls during 2016–2017 and the average air summer temperature during 1970–2017

Приведенный пример убедительно показывает важную роль конвективных осадков в летние месяцы и необходимость поддержания достаточных запасов поверхностных и грунтовых вод для их формирования. В засушливые периоды конвективные осадки могут быть единственным доступным источником продуктивной влаги. В связи с этим для минимизации потерь в растениеводстве большое значение имеет снижение поверхностного стока в холодный период года и накопление выпадающих в этот период осадков в водоносных слоях, чего можно естественным образом достичь за счет лесонасаждений. В настоящее время такие водоохранные меры приобретают все больший смысл в связи с тем, что с потеплением климата происходит увеличение стока в холодный период года, обусловленное возрастанием доли жидких осадков и частоты оттепелей. На территории Беларуси количество осадков в январе–феврале с 1989 г. увеличилось в среднем на 12 мм, а число дней с жидкими осадками в холодный период года – на 24 % [12]. В текущем столетии наиболее ощутимый рост зимних осадков наблюдается в Гомельской области: в период 2000–2018 гг. их стало выпадать на 30 мм больше по сравнению с предыдущим 20-летним периодом.

Заключение. Анализ распределения летних осадков по территории Беларуси до и после сильного истощения ресурсов поверхностных и грунтовых вод в 2014–2015 гг. показывает, что в летние месяцы конвективные осадки, образующиеся в результате местного испарения, являются значимым фактором формирования почвенной влаги. Пространственное распределение конвективных осадков во многом определяется лесистостью территории. В районах Беларуси с высокой лесистостью летом выпадает на 5–15 % больше осадков, чем на безлесной местности.

Таким образом, для повышения количества атмосферных осадков в летние месяцы и минимизации последствий сильных засух в южных районах Беларуси необходимо в максимальной степени использовать роль лесов как естественных регуляторов облачности и стока атмосферных осадков. Наблюдаемое в последние годы снижение лесистости, особенно на юго-востоке Беларуси, необходимо компенсировать новыми лесонасаждениями, которые должны быть более адаптированы к современному климату, чем традиционные для Беларуси хвойные виды. Как известно, возрастание аридности климата и повышение температуры воздуха ослабляют хвойные

деревья, но благоприятны для многих более засухоустойчивых лиственных видов, которые успешно продвигаются на север. При этом с точки зрения пополнения грунтовых вод нецелесообразно высаживание очень плотных лесов, которые затрудняют доступ атмосферных осадков к почве и выводят большое количество влаги из нее за счет транспирации. По имеющимся данным [2], оптимальный гидрологический режим местности, обеспечивающий наилучшее питание грунтовых вод, достигается при лесистости 50–60 %.

В сельском хозяйстве целесообразен переход от традиционного выращивания монокультур к агролесоводству – устойчивой системе земледелия, сочетающей использование водоохраных и почвозащитных функций древесной растительности с агрономическими мерами. Однако для адаптации методов агролесоводства к условиям Беларуси необходимы хорошо продуманные долгосрочные натурные испытания, которые позволят научно оценить эффективность различных агроэкологических систем во взаимосвязи с изменением климата.

Список использованных источников

1. Молчанов, А. А. Гидрологическая роль леса / А. А. Молчанов. – М., 1960. – 487 с.
2. Львович, М. И. Человек и воды. Преобразование водного баланса и речного стока / М. И. Львович. – М., 1963. – 567 с.
3. Рахманов, В. В. Гидроклиматическая роль лесов / В. В. Рахманов. – М., 1984. – 240 с.
4. Воронков, Н. А. Роль лесов в охране вод / Н. А. Воронков. – Л., 1988. – 286 с.
5. Hoose, C. O. Heterogeneous ice nucleation on atmospheric aerosols: a review of results from laboratory experiments / C. O. Hoose, O. Möhler // *Atmos. Chem. Phys.* – 2012. – Vol. 12, N 20. – P. 9817–9854. <https://doi.org/10.5194/acp-12-9817-2012>
6. Вторичные аэрозоли пылицы как атмосферные ядра конденсации / Е. Ф. Михайлов [и др.] // *Изв. РАН. Физика атмосферы и океана.* – 2019. – Т. 55, № 4. – С. 64–72.
7. Observational evidence for cloud cover enhancement over western European forests / A. Teuling [et al.] // *Nat. Commun.* – 2017. – Vol. 8, N 1. – Art. 14065. <https://doi.org/10.1038/ncomms14065>
8. Trees, forests and water: Cool insights for a hot world / D. Ellison [et al.] // *Global Environ. Chang.* – 2017. – Vol. 43. – P. 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.01.002>
9. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change / M. C. Hansen [et al.] // *Science.* – 2013. – Vol. 342, N 6061. – P. 850–853. <https://doi.org/10.1126/science.1244693>
10. Лысенко, С. А. Сеточный архив метеорологических данных для Республики Беларусь и возможности его применения для исследования пространственно-временных особенностей изменений климата / С. А. Лысенко, В. Д. Чернышев, В. В. Коляда // *Природопользование.* – 2019. – № 1. – С. 17–27.
11. Логинов, В. Ф. Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко, В. И. Мельник. – Минск, 2020. – 218 с.
12. Мельник, В. И. Изменения количества и вида атмосферных осадков в холодный период на территории Беларуси в условиях современного потепления климата / В. И. Мельник, И. В. Бужков, В. Д. Чернышев // *Природопользование.* – 2019. – № 2. – С. 44–51.

References

1. Molchanov A. A. *Hydrological role of the forests.* Moscow, 1960. 487 p. (in Russian).
2. L'vovich M. I. *Human and waters: Transformation of water balance and river runoff.* Moscow, 1963. 567 p. (in Russian).
3. Rahmanov V. V. *Hydroclimatic role of the forests.* Moscow, 1984. 240 p. (in Russian).
4. Voronkov N. A. *Role of the forests in water protection.* Leningrad, 1988. 286 p. (in Russian).
5. Hoose C. O., Möhler O. Heterogeneous ice nucleation on atmospheric aerosols: a review of results from laboratory experiments. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2012, vol. 12, no. 20, pp. 9817–9854. <https://doi.org/10.5194/acp-12-9817-2012>
6. Mikhailov E. F., Ivanova O. A., Nebosko E. Y., Vlasenko S. S., Ryshkevich T. I. Subpollen Particles as Atmospheric Cloud Condensation Nuclei. *Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics*, 2019, vol. 55, no. 4, pp. 357–364. <https://doi.org/10.1134/s000143381904008x>
7. Teuling A., Taylor C. M., Meirink J. F., Melsen L. A., Miralles D. G., van Heerwaarden C. C., Vautard R., Stegehuis A. I., Nabuurs G.-J., de Arellano J. V.-G. Observational evidence for cloud cover enhancement over western European forests. *Nature Communications*, 2017, vol. 8, no. 1, art. 14065. <https://doi.org/10.1038/ncomms14065>
8. Ellison D., Morris C. E., Locatelli B., Sheil D., Cohen J., Murdiyarsa D., Gutierrez V., van Noordwijk M., Creed I. F., Pokorny J., Gaveau D., Spracklen D. V., Tobella A. B., Ilstedt U., Teuling A. J., Gebrehiwot S. G., Sands D. C., Muys B., Verbist B., Springgay E., Sugandi Y., Sullivan C. A. Trees, forests and water: Cool insights for a hot world. *Global Environmental Change*, 2017, vol. 43, pp. 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.01.002>
9. Hansen M. C., Potapov P. V., Moore R., Hancher M., Turubanova S. A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S. V., Goetz S. J., Loveland T. R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C. O., Townshend J. R. G. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, 2013, vol. 342, no. 6160, pp. 850–853. <https://doi.org/10.1126/science.1244693>

10. Lysenko S. A., Chernyshev V. D., Kalyada V. V. A grid archive of meteorological data of the Republic of Belarus and the opportunity of its use in research of spatial-temporal peculiarities of climate changes. *Prirodopol'zovanie = Nature Management*, 2019, no. 2, pp. 17–27 (in Russian).

11. Loginov V. F., Lysenko S. A., Mel'nik V. I. *Climate change in Belarus: reasons, consequences, possibilities of regulation*. Minsk, 2020. 218 p. (in Russian).

12. Melnik V. I., Buyakov I. V., Chernyshev V. D. Changes in the amount and type of precipitation in the cold period in the territory of Belarus under conditions of modern climate warming. *Prirodopol'zovanie = Nature Management*, 2019, no. 2, pp. 44–51 (in Russian).

Информация об авторах

Лысенко Сергей Александрович – д-р физ.-мат. наук, профессор, директор. Институт природопользования НАН Беларуси (ул. Ф. Скорины, 10, 220114, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lysenkorfe@gmail.com.

Логинов Владимир Федорович – академик, д-р географ. наук, профессор, гл. науч. сотрудник. Институт природопользования НАН Беларуси (ул. Ф. Скорины, 10, 220114, Минск, Республика Беларусь). E-mail: nature@ecology.basnet.by.

Information about the authors

Lysenko Sergey A. – D. Sc. (Physics and Mathematics), Professor, Director. Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skorina Str., 220114, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lysenkorfe@gmail.com.

Loginov Vladimir F. – Academician, D. Sc. (Geography), Professor, Chief researcher. Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skorina Str., 220114, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: nature@ecology.basnet.by.