

УДК 551.578

ОЦЕНКА ЗАПАСОВ ВОДЫ В СНЕГЕ, ФОРМИРУЮЩИХ ВЕСЕННИЕ ПОЛОВОДЬЯ НА РЕКАХ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

О. П. Мешик, В. А. Морозова, М. В. Борушко

Брестский государственный технический университет, г. Брест, Республика Беларусь

Представлены результаты исследований характеристик снежного покрова за репрезентативный период 1945–2019 гг. Чрезмерное количество или недостаток снега приводит к возникновению таких проблем для экономики страны, как выпревание озимых культур, обмерзание саженцев, снегозаносы на автомобильных и железных дорогах, деформации конструкций зданий и сооружений, весенние половодья на реках и др. Цель данного исследования – оценка пространственно-временной изменчивости характеристик снежного покрова на территории Белорусского Полесья.

Введение

Одной из значительных природных проблем в Белорусском Полесье является весеннее половодье рек. При этом могут быть затоплены огромные площади, включающие сельскохозяйственные угодья с озимыми культурами, застроенные территории и др. (например, пойма р. Припять может затопливаться более чем на 50 км).

По данным ООН, наводнения приносят 26 % всех жертв стихийных бедствий и 32 % всего материального ущерба, причиненного стихийными бедствиями [1]. Наводнения занимают первое место среди других природных опасностей с точки зрения их возникновения, масштаба и потери имущества.

Увеличение экономических потерь, вызванных наводнениями, является результатом роста интенсивности и частоты их возникновения. Это происходит потому, что в последнее время более широко эксплуатируются земли водосборных бассейнов, речных долин и равнин [2, 3]. Распространенной практикой стала интенсивная застройка и распашка пойм на фоне череды последних маловодных десятилетий. Экологические риски стали актуальнее.

Доля весеннего стока на реках Белорусского Полесья колеблется в пределах 40–60 % годового стока. Анализ среднего максимального стока весенних половодий показывает, что максимальный сток значительно сократился. Максимальный сброс воды весенних половодий заметно снизился в конце XX в., так как количество оттепелей зимой возросло. Это приводит к увеличению зимнего стока и иногда зимних паводков с меньшим сбросом весной [4]. Такие тенденции описаны во многих исследованиях [5].

В то же время основным фактором, способствующим зимнему и весеннему половодью в Белорусском Полесье, остается снегонакопление. Именно поэтому необходимо исследовать особенности снежного покрова и их пространственно-временное распределение с целью прогнозирования возможного затопления сельскохозяйственных и жилых территорий [6]. В настоящее время для прогнозирования весенних половодий используется множество моделей и методов, включающих различные метеорологические параметры, самый важный из них – это запас воды в снеге [7].

Методика и объекты исследования

В исследовании мы используем официальные данные климатического мониторинга по 48 метеостанциям Республики Беларусь за 1945–2019 гг.,

охватывающие и территорию Белорусского Полесья. Данные характеризуют высоту снежного покрова, см; плотность снега, г/см³; запасы воды в снеге, мм.

Многие исследователи указывают на трудности в определении запасов воды в снеге на метеостанциях, поэтому они предлагают применять методы дистанционного зондирования земли [8, 9]. Однако сегодня в Беларуси мы можем вычислить запасы воды в снеге с достаточной точностью с помощью снегосъемок. Они проводятся один раз в декаду зимой. Применяемые нами методы исследования включают пространственно-временной анализ данных наблюдений, аналитические расчеты и картографирование.

Результаты и их обсуждение

Проведенное районирование территории Беларуси по максимальным запасам воды в снеге показывает их минимальные значения в Брестском Полесье с последующим увеличением в районе Житковичей, более 150 мм (рисунок 1).

Наибольшее количество снега выпадает на возвышенностях, вследствие чего здесь максимальные запасы воды в снеге. Однако условия залегания снежного покрова на склонах иные. При равнинном рельефе поверхностный сток замедлен, что приводит к значительным весенним разливам рек, которые мы отмечаем в Белорусском Полесье.

На большей части территории Беларуси отмечается тенденция к снижению запасов воды в снеге до 8–10 мм за 10 лет по отдельным районам. Однако для водосборов рек Западный Буг, Припять, Березина, Днепр наблюдается противоположная картина. На рисунке 2 представлена карта, отражающая трансформацию запасов воды в снеге с различными трендами.

Анализ межгодовой изменчивости характеристик снежного покрова указывает на проявление строгой периодичности в рядах запасов воды в снеге. Начиная с 1990-х гг. и по настоящее время происходит рост запасов воды в снеге на всех метеостанциях [10]. Однако аномальная зима 2019/20 года нарушает сложившуюся тенденцию.

Прогнозирование весеннего половодья на территории Беларуси мы осуществляем с помощью картографирования характеристик снежного покрова в реальные годы. При этом используются данные метеорологических станций совместно с результатами дистанционного зондирования земли. Построенные карты на начало половодья по

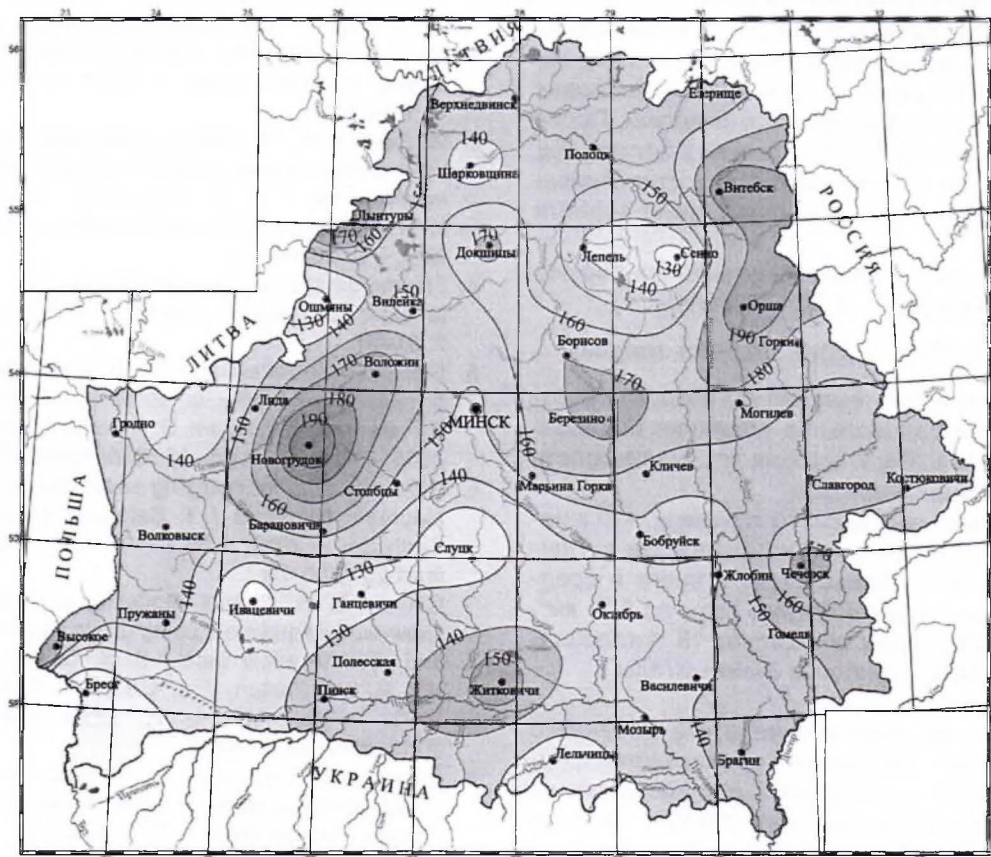


Рисунок 1. – Максимальные запасы воды в снеге на территории Беларуси, мм

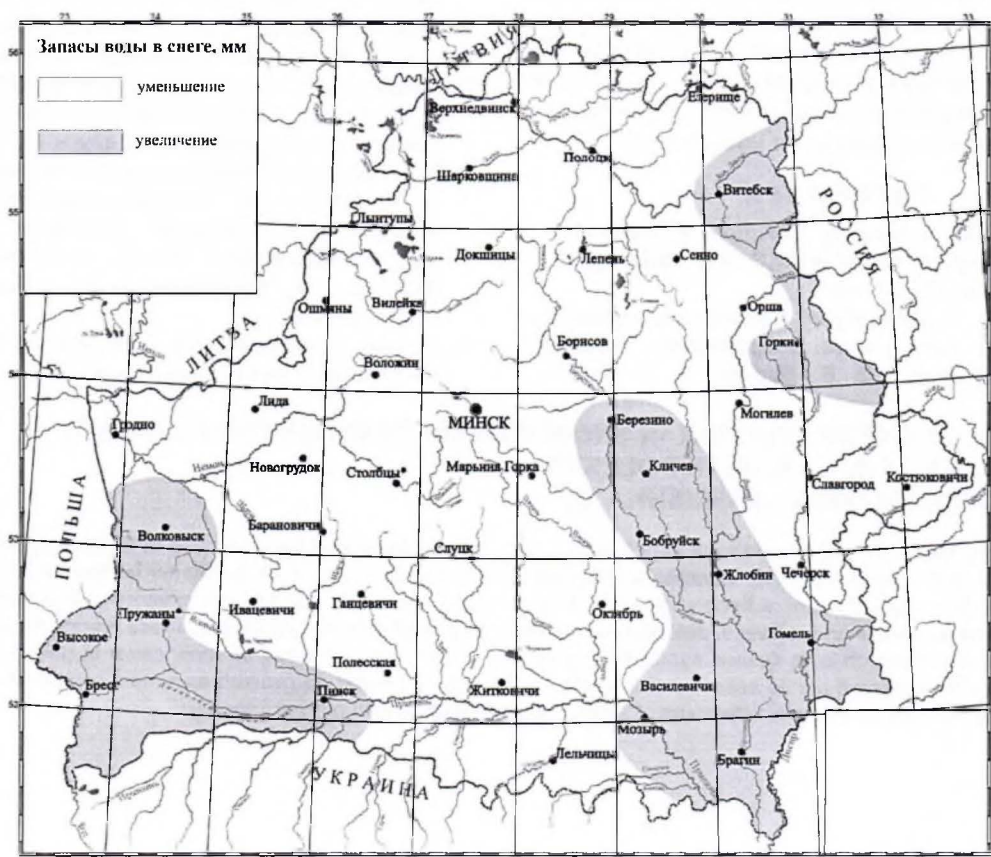


Рисунок 2. – Трансформация запасов воды в снеге на территории Беларуси

запасам воды и высоте снега дают возможность выделить районы, подверженные весеннему затоплению. Необходимо отметить, что половодья и наводнения часто чередуются с засухами. После 2013 г. в Белорусском Полесье засухи 5 лет подряд. Судходство на р. Припять летом приостанавливается и некогда многоводную реку можно перейти вброд.

Количество растаявшего за сутки снега рассчитывается по формуле П. П. Кузьмина [11]:

$$m = 0,878(t + 1,75(e - 6,11))(1 + 0,547v), \text{ мм/день,}$$

где t – среднесуточная температура воздуха, °С; e – среднесуточное парциальное давление водяного пара на высоте 2 м, Па; v – среднесуточная скорость ветра на высоте флюгера, м/с.

Выполненные нами расчеты показали, что к началу весеннего снеготаяния на водосборе р. Припять формируются запасы воды в снеге в среднем 2,08 км³, а в экстремальные годы до 5,71 км³. Количество талой воды составляет 19 % годового стока и более 50 % в наиболее снежные годы.

Выводы

Установленное уменьшение стока весеннего половодья вовсе не исключает возможностей формирования крупных наводнений, а следовательно, и значительного экономического ущерба. Поэтому важно дальнейшее изучение максимальных расходов воды рек с целью прогнозирования и районирования территории по степени затопления поймы половодьем различной обеспеченности. Пойма должна подразделяться на зоны риска в соответствии с содержанием карты паводкоопасных районов. На этой основе должна разрабатываться стратегия и государственная программа защиты территорий / угодий и страхования рисков от наводнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Avakyan, A. B. Floods Concept of protection / A. B. Avakyan // Herald of RAS. Ser. Geographic. – 2000. – № 5. – P. 40–46.
2. Валуев, В. Е. Половодье рек Белорусского Полесья как аномальное современное климатическое явление / В. Е. Валуев, А. А. Волчек,

- О. П. Мешик // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2014. – № 2 (86). – С. 109–117.
3. Истомина, М. Н. Наводнения: генезис, социально-экономические и экологические последствия наводнений / М. Н. Истомина, А. Г. Кочарян, И. П. Лебедева // Водные ресурсы. – 2005. – Т. 32, № 4. – С. 389–398.
4. Floods on the territory of Polesie / A. A. Volchak [et al.] // Procedia Engineering. – 2016. – Vol. 162. – P. 91–97.
5. Barnett, T. P. Potential impacts of a warming climate on water availability in snow-dominated regions / T. P. Barnett, J. C. Adam, D. P. Lettenmaier // Nature. – 2005. – 438:303. – doi: 10.1038/nature04141
6. A model setup for mapping snow conditions in High-Mountain Himalaya / T. Saloranta [et al.] // Front. Earth Sci. – 2019. – № 7. – P. 129. – doi: 10.3389/feart.2019.00129
7. Carroll, S. S. Spatial modeling and prediction of snow-water equivalent using ground-based, airborne, and satellite snow data / S. S. Carroll, T. R. Carroll, R. W. Poston // J. Geophys. Res. Atmos. – 1999. – Vol. 104. – P. 19623–19629. – doi: 10.1029/1999JD900093
8. Snow water equivalent of dry snow derived from GNSS carrier phases / P. Henkel [et al.] // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. – 2018. – Vol. 56. – P. 3561–3572. – doi: 10.1109/TGRS.2018.2802494
9. Advances in snow hydrology using a combined approach of GNSS in situ stations, hydrological modelling and earth observation—a case study in Canada / F. Appel [et al.] // Geosciences. – 2019. – Vol. 9. – P. 44. – doi: 10.3390/geosciences9010044
10. Мешик, О. П. Особенности оценки запасов воды в снеге и их пространственно-временной изменчивости на территории Беларуси / О. П. Мешик, В. А. Морозова // Актуальные проблемы наук о Земле: исследования трансграничных регионов : сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф., приуроч. к 1000-летию г. Бреста, 12–14 сент. 2019 г. / под ред. А. К. Карабанова [и др.]. – Брест, 2019. – Ч. 2. – С. 34–37.
11. Климат Беларуси / ред. В. Ф. Логинов. – Минск : Ин-т геолог. наук АН Беларуси, 1996. – 234 с.

ESTIMATION OF WATER CONTENT IN SNOW WHICH FORMS SPRING FLOODING ON THE RIVERS OF BELARUSIAN POLESYE MESHYK A., MAROZAVA V., BARUSHKA M.

The article presents the results of the research about snow cover characteristics observed in Belarusian Polesye within a representative period of 1945–2019. Excessive snow water happens to cause such problems for the country's economy as winter crops damping-off under a thick snowpack, frost-killing of seedlings that are not covered with a sufficient snowpack, snowdrift on highways and railways, deformation of buildings and structures under snow loads, spring flooding in rivers. The purpose of this research is to assess space-time variability of the characteristics of snow cover in Belarusian Polesye. The objectives of the research are: to assess water content in snow (snow water equivalent) as a main source for spring flooding in Belarusian Polesye rivers; to create maps of snow characteristics and to predict flooding.