

### **Список использованных источников**

1. Волчек Ан.А. Колебания максимальных расходов воды весеннего половодья основных рек Беларуси / Ан.А. Волчек // Известия РАН. Сер. Географическая. – 2008. – № 2. – С. 1–12
2. Водные ресурсы Беларуси и их прогноз с учетом изменения климата / А.А. Волчек, В.Н. Корнеев, С.И. Парфомук, И.А. Булак; под общ. ред. А.А. Волчек, В.Н. Корнеева. – Брест : Альтернатива, 2017. – 228 с.
3. Логинов В.Ф. Причины и следствия климатических изменений. Мн.: Наука и техника, 1992. 319 с.
4. Волчек, А.А. Оценка и прогноз изменения стока рек Беларуси с учётом адаптации к изменению климата / А.А. Волчек, В.Н. Корнеев, С.И. Парфомук // Вопросы географии / Русское географическое общество. – Москва. Сб. 145 Гидрологические изменения / В.М. Котляков, Н.И. Коронкевич, Е.А. Барабанова – М.: Издательский дом «Кодекс», 2018. С. 109 – 122 с.
5. Волчек, Ан.А. Колебания максимальных расходов воды весеннего половодья основных рек Беларуси / Ан.А. Волчек // Известия РАН. Сер. Географическая. – 2008. – № 2. – С. 1 – 12

УДК 502.3:621.311.23

## **ТЕПЛОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

**Мешик К. О.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, krill3april@mail.ru  
Научный руководитель – Волчек А. А., д.г.н., профессор

*The article considers modern methods of thermal pollution assessment on the example of the Mukhavets river in the city of Brest.*

За последние годы проблема теплового загрязнения приобретает всё более актуальный характер в научных трудах. В условиях существования множества более явных естественных и антропогенных загрязнителей в пространственных пределах различного рода территорий данной проблеме уделяется не так много внимания, что позволяет отнести данный вид загрязнения к «скрытому». Водные объекты зачастую оказываются под нежелательным тепловым воздействием. Оценивая естественные тепловые факторы, способные оказывать непосредственное влияние на формирование негативных трансформаций гидрологического режима рек, озёр, морей и т. д., можно отметить, что они несут эффект добавочного характера на фоне общего теплового загрязнения различных водных ресурсов. Роль антропогенного воздействия в формировании основных гидрологических характеристик водных объектов достаточно высока, а тепловое загрязнение как один из активных процессов антропогенизации способствует её укреплению. С целью оценки степени влияния последнего на экологическое состояние водных ресурсов было проведено исследование теплового режима р. Мухавец по ее длине от г. Кобрин до г. Бреста (более 60 км).

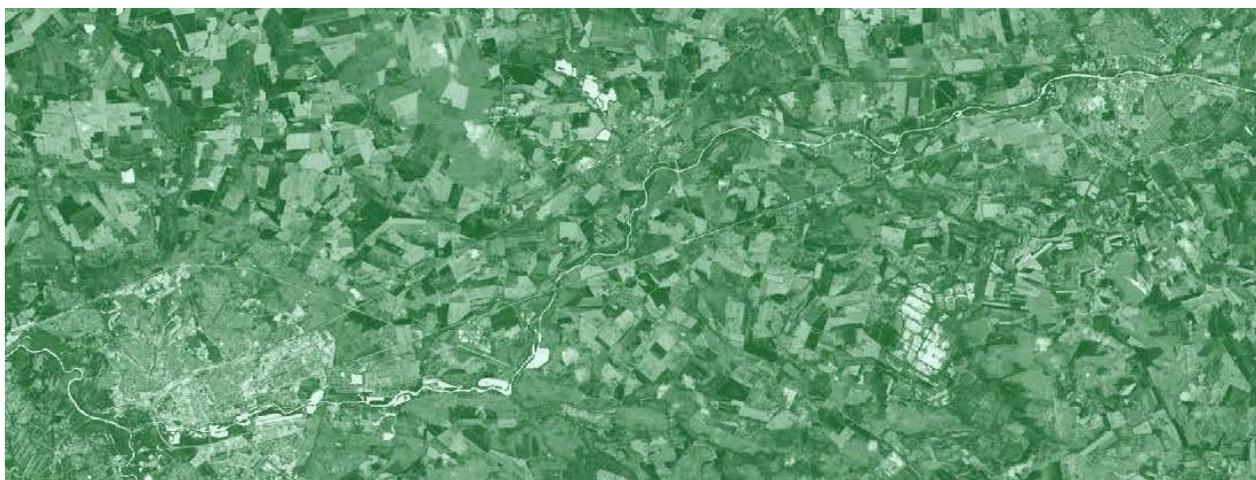
В рамках исследования применялись устройства качественного и количественного контроля, в основе которых используется дистанционное зондиро-

вание. Для детальной оценки ландшафтных пространств Космическое агентство NASA предоставляет доступ к фотографическим спутниковым материалам по различным территориям планеты в открытом виде. Для проведения анализа тепловых характеристик точно выделяемого объекта, расположенного в пределах исследуемой территории, были применены данные каналов фотографических материалов спутника Landsat-8, функционирующего с 2013 г. Данный спутник получает снимки в видимом, ближнем и дальнем ИК-диапазоне волн, разрешение которых варьируется в пределах 15-30-100 м на точку. Установленные сенсоры OLI и TIRS имеют два существенных преимущества по сравнению со многими аналогами: соотношение сигнала к шуму выполнено на высоком уровне (SNR), уровень детализации съёмки достигает до 12 бит на точку. В качестве дешифратора полученных данных использовалось специализированное программное обеспечение ESRI ArcGis ArcMap [1].

Основные комбинации каналов способствуют выявлению индексов, рассчитанных исходя из многоканальных фотографических материалов. Таким образом был рассчитан нормализованный относительный индекс растительности (NDVI), который показывает количество фотосинтезирующей биомассы (см. рисунок 1). Выявление NDVI производилось с целью выделения акваториальных и застроенных областей в пространственных пределах исследуемой территории. Расчёт производился по следующей формуле [2]

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}, \quad (1)$$

где *RED* – отражение в красной области спектра; *NIR* – отражение в ближней инфракрасной области спектра.



**Рисунок 1 – Картографическая визуализация индекса NDVI в пространственных пределах исследуемой территории (19.07.2017)**

Далее с помощью средств программного обеспечения ESRI ArcGis ArcMap выполняется расчёт и визуализация температурных значений в различных точках поверхности исследуемого водного объекта.

Сначала необходимо выявить интенсивность спектральной радиации ( $L_\lambda$ ). Для этого воспользуемся следующей формулой [2]

$$L_\lambda = M_L \cdot Q_{cal} + A_L, \quad (2)$$

где  $M_L$  – калибровочный коэффициент;  $A_L$  – дополнительный калибровочный коэффициент;  $Q_{cal}$  – дискретное калиброванное значение пикселя снимка.

Далее производится конвертация данных в диапазон значений температурного режима по °С. Расчёт выполняется по следующей формуле [2]

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} - 273,15, \quad (3)$$

где  $T$  – температура в градусах Цельсия, °С;  $L_\lambda$  – интенсивность спектральной радиации, Вт/(м<sup>2</sup> × ср × μ<sub>м</sub>);  $K_1$  – калибровочная константа;  $K_2$  – калибровочная константа.

После построения температурной карты исследуемой территории выполняется точечное выявление значений температурного режима поверхности р. Мухавец на заданном участке (рисунок 2). Обобщённые результаты температурного исследования сведены в таблицу 1.



**Рисунок 2 – Картографически визуализированная динамика температурных трансформаций поверхностного слоя р. Мухавец в территориальных пределах г. Кобрин и г. Бреста (19.07.2017)**

**Таблица 1 – Основные температурные данные, полученные в ходе расчёта**

Место измерения	Температурные показатели р. Мухавец в пределах участка исследования, °С		
	Минимальная	Максимальная	Средняя
г. Кобрин	20,3	22,2	21,4
Внегородская территория	19,7	22,3	20,4
г. Брест	19,5	25,4	22,2

По полученным результатам можно сделать вывод о том, что пиковые температуры водных объектов, находящихся в пределах городской территории, проявляются значительно чаще, чем в сельской местности. Интенсивность проявлений подобного рода зависит от множества факторов: масштаб городского пространства, размеры и гидрологические характеристики русла реки, количество промышленных и др. предприятий, осуществляющих постоянные или периодические сбросы тепловых загрязнителей в реку и т. д. В г. Бресте показательным проявлением теплового загрязнения является участок реки вблизи Брестской ТЭЦ, где происходит резкое изменение температурных значений на 2–4 °С. Тепловые трансформации данного рода способствуют: изменению физико-химических свойств в пределах места сброса, изменению режима обитания

представителей фауны, увеличению интенсивности произрастания растительного сегмента речного массива, усилению коррозии металлов, что приводит к интенсификации коррозионного воздействия на тепло- и газопроводы, канализационные и др. сети.

#### **Список цитированных источников**

1. Landsat Data Continuity Mission // U.S. Geological Survey [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <https://pubs.usgs.gov/fs/2012/3066/fs2012-3066.pdf>. – Дата доступа: 14.03.2018.
2. Landsat 8 (L8) Data Users Handbook LSDS-1574 version 2.0 // USGS EROS [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>. – Дата доступа: 09.03.2018.

УДК 551.578.46

## **ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ МАКСИМАЛЬНЫХ ЗАПАСОВ ВОДЫ В СНЕГЕ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

**Морозова В. А.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [vmorozova-brest@mail.ru](mailto:vmorozova-brest@mail.ru)  
Научный руководитель – Мешик О. П., к.т.н., доцент

*The article reviews space-time distribution of maximum water content in snow on the territory of the Republic of Belarus.*

Систематические наблюдения над снежным покровом в Беларуси начаты в 1891 году (по постоянным рейкам и в 30-х годах двадцатого столетия, дополнительно, по снегомерным съемкам). В результате снегосъемок получают: во-первых – средние значения высоты, плотности и запаса воды в снеге; во-вторых – характеристики распределения снежного покрова на различных формах рельефа и угодьях (в районе действия метеостанции); в-третьих – показатели временной динамики снегонакопления и снеготаяния. Пространственно-временное распределение снежного покрова, как правило, отражается на специальных картах, разрабатываемых на материалах многолетних наблюдений.

В настоящем исследовании были использованы экспериментальные данные по запасам воды в снеге за период наблюдений с 1945 по 2014 годы по 48 «характерным» пунктам Беларуси (рис. 3).

В Республике Беларусь снежный покров в среднем залегает от 75 на юго-западе до 125 дней на северо-востоке. За холодный период он успевает несколько раз разрушиться и вновь образоваться, особенно в начале или конце зимы. Устойчивый снежный покров, залегающий не менее месяца, устанавливается лишь в декабре. Разрушение снежного покрова идет в марте. Бывают годы, когда снег вообще не сохраняется непрерывно в течение месяца, тогда их относят к годам без устойчивого снежного покрова. Повторяемость таких лет в Минске составляет 3-4% лет, в Гомеле – 7%, в Бресте – 21%.