

Таким образом, внедрение принципов «зеленой» экономики в Беларуси будет способствовать в экономической сфере устойчивому экономическому росту, основанному на инновациях, и повышению конкурентоспособности, в социальной – улучшению качества жизни, а в экологической – снижению нагрузки на окружающую среду и повышению эффективности использования природного капитала. Результатом реализации Национального плана будет обеспечение «зеленого» экономического роста в условиях сохранения природного капитала и повышения занятости, в том числе за счет создания «зеленых» рабочих мест [5].

Список использованных источников

1. Pravo.by [Электронный ресурс]. URL : <https://pravo.by/novosti/obshchestvenno-politicheskie-i-voblastiprava/2021/february/58973/>. (дата обращения: 08.09.2023).
2. Proekt.by [Электронный ресурс]. URL : http://proekt.by/vodosnabzhenie_i_kanalizaciya-b25.0/ekoinnovacii_v_stroitelstve_ochistnih_sooruzheniiy-t64939.0.html. (дата обращения: 06.09.2023).
3. Белорусский союз архитекторов [Электронный ресурс]. URL : <http://bsa.by/news/BUA/zelenyie-goroda-vovlechennyie-jiteli-komfort-i-zabota-ob-okrujayuschej-srede> (дата обращения: 08.09.2023).
4. Белэкоресурсы [Электронный ресурс]. URL : http://beleco.by/publication_of_environmental_issues/zelenoe-stroitelstvo/. (дата обращения: 08.09.2023).
5. Экодомострой [Электронный ресурс]. URL : <https://oekodomstroj.by>. (дата обращения: 08.09.2023).

References

1. Pravo.by [Available at: <https://pravo.by/novosti/obshchestvenno-politicheskie-i-voblastiprava/2021/february/58973> (accessed: 08.09.2023).
2. Proekt.by Available at: http://proekt.by/vodosnabzhenie_i_kanalizaciya-b25.0/ekoinnovacii_v_stroitelstve_ochistnih_sooruzheniiy-t64939.0.html. (accessed: 06.09.2023).
3. Belorusskij sojuz arhitektorov Available at: <http://bsa.by/news/BUA/zelenyie-goroda-vovlechennyie-jiteli-komfort-i-zabota-ob-okrujayuschej-srede> (accessed: 08.09.2023).
4. Beljekoresursy Available at: http://beleco.by/publication_of_environmental_issues/zelenoe-stroitelstvo/ (accessed: 08.09.2023).
5. Jekodomostroj. Available at: <https://oekodomstroj.by> (accessed: 08.09.2023).

© Naumik I.A., Nosko N. V., 2023

УДК 556

ЛЕДОВЫЙ РЕЖИМ РЕК БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Н. Н. Шешко¹, М. Ф. Кухаревич¹

Брестский государственный технический университет
Республика Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 267.
kukharevichmikhail@gmail.com

Предоставлены результаты анализа ледового режима рек Белорусского Полесья. Определены тенденции уменьшения толщины льда. Выявлена существенная взаимосвязь толщины льда и температуры воздуха.

Ключевые слова: Ледовый режим, STARS, Белорусское Полесье, температура воздуха

ICE REGIME OF THE RIVERS OF BELARUSIAN POLESIE

N. N. Sheshko¹, M. F. Kukharevich¹

Brest State Technical University
Belarus, Brest, st. Moskovskaya, 267
kukharevichmikhail@gmail.com

The results of an analysis of the ice regime of the rivers of Belarusian Polesie are presented. Trends in decreasing ice thickness have been determined. A significant relationship between ice thickness and air temperature was revealed.

Key words: Ice regime, STARS, Belarusian Polissya, air temperature

Введение. В настоящее время имеется немалое количество работ по изучению состояния водотоков, однако, значительная их часть посвящена изучению гидрохимических, гидробиологических, гидрологических процессов и более меньшая часть – ледовых процессов [1-7]. Исследование ледового режима водного объекта позволяет установить закономерности формирования и развития водного объекта, и протекающих в нем процессов, в естественных условиях, позволяет установить и оценить степень изменения его состояния в результате антропогенного воздействия, а также определить уровень допустимой техногенной нагрузки. Этого говорит не только о научной, но и практической значимости исследования ледового режима. Информация о ледовом режиме необходима при осуществлении и разработке программ водохозяйственных и рекреационных мероприятий, при прогнозировании и оценке воздействий этих мероприятий на водный объект с целью минимизации или предотвращения неблагоприятных последствий такой деятельности.

Целью исследования является обобщение и актуализация информации о ледовых режимах, а также их зависимости с температурой воздуха ряда рек Белорусского Полесья в современных условиях изменения климата.

Объектами исследования являются притоки р. Припяти:

Горынь – правый приток р. Припять, протекающий в Столинском районе (Брестская область) и по территории Украины. Длина реки и площадь водосбора в пределах Беларуси составляет 82 км и 1,2 тыс. км².

Лань – левый приток р. Припять, протекающий в Несвижском, Солигорском районах (Минская область), по границе Клецкого и Ганцевичского районов (граница Брестской и Минской областей), и в Лунинецком района (Брестская область). Длина реки составляет 147 км, а площадь водосбора – 2190 км².

Пина – левый приток р. Припять, протекающий в Ивановском и Пинском районах (Брестская область). Площадь водосбора при длине в 39 км (по другим источникам 27 км) равна 2460 км².

Случь – левый приток р. Припять, протекающий в Слуцком, Солигорском (Минская область), Житковичском (Гомельская область) районах и по границе Лунинецкого и Житковичского районов (граница Брестской и Гомельской областей). Длина реки равна 197 км, а площадь водосбора – 5470 км².

Ясельда – левый приток р. Припять, протекающий в Пружанском, Берёзовском, Дрогичинском, Ивановском и Пинском районах (Брестская область). Длина реки равна 250 км при площади водосбора в 7790 км².

Материалы исследования представлены данными архивов Государственного учреждения «Белгидромет», а также данными интернет-источника «Погода и климат». Основные материалы включают сведения о толщине льда, а дополнительные – температуру воздуха, влажность, атмосферное давление, нижняя и общая облачность, скорость ветра, атмосферные осадки, солнечная радиация и расходы рек.

Методы исследования представлены временным и статистическим методами анализами выполненными в Wolfram Mathematica. Временной анализ включает изучение многолетней изменчивости наибольшей толщины, внутригодовой изменчивости толщины льда на конец декады и анализ дат наблюдения ледового покрова, тогда как статический анализ – расчет средней величины, анализ дат сдвига, корреляционный анализ и анализ тренда. Оценка статистических параметров произведена при 5% уровне значимости.

Согласно ТКП 17.10-25-2010 (02120) внутригодовая изменчивость и средняя величина получены осреднением многолетних величин льда на конец декады по годам с наличием льда, при условии, что лед наблюдался в более чем в 50% случаев лет. Многолетний ход толщины льда проанализирован по наибольшим из имеющихся за год декадных величинам. Анализ дат оценен путем учета дат, для которых лед отмечался в более, чем в 50 % случаев.

Даты сдвига определялись методом RAPS [8], который основан на визуальном выявлении изменений в ряду величин накопленных отклонений.

Корреляционный анализ производился между наибольшей толщиной льда и стандартными гидрометеорологическими характеристиками по многолетним осредненным за холодный период года величинам с помощью коэффициентов корреляции Пирсона и Спирмена. Анализ тренда производился с помощью параметрического теста линейной регрессии.

Результаты. Корреляционный анализ установил наличие сильной отрицательной связи температур воздуха и толщины льда по гидропостам Ясельда-Сенин и Пина-Пинск, и среднюю корреляционную связь – по остальным исследуемым гидропостам. В качестве дополнительных рассматриваемых параметров рассматривались - давление и общая облачность со значимой средней и слабой корреляционной связью по отдельным гидропостам. По остальным параметрам коэффициенты корреляции преимущественно являлись не значимыми.

STARS и RAPS установили преимущественно дату сдвига толщин льда на 1988 г, реже – на 1989 г., а для Ясельда-Берега – на 1980 г (рис. 1).

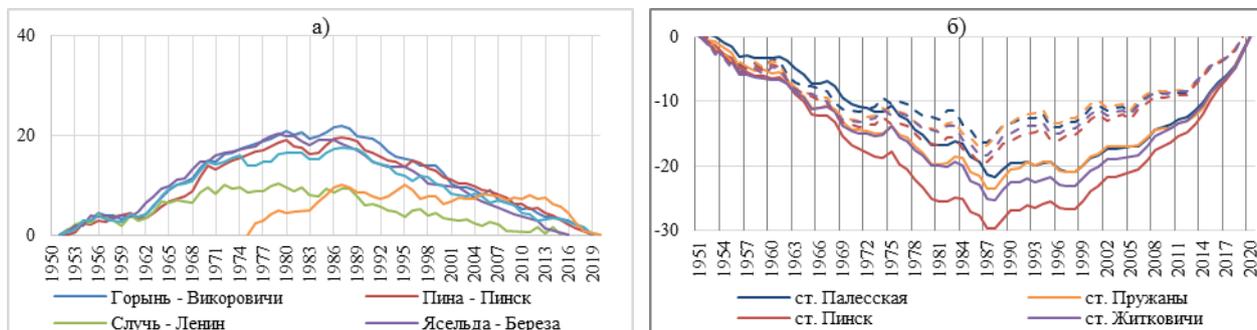


Рис. 1. Накопленные отклонения RAPS: толщина льда, температура воздуха (штрихованная линия – средняя за холодный период, сплошная – среднегодовая).

Аналогичный сдвиг на 1988 г. отмечается и для многолетнего хода среднегодовых и средний за холодный период температур воздуха (рис.1).

Внутригодовая изменчивость толщины льда для всех рек характеризуется аналогичным ходом с относительно резким ростом и более быстрым падением мощности льда с ноября по февраль и с февраля по март-апрель соответственно (табл. 1).

Сравнивая периоды до 1988 года и после для все рек, отмечается сокращение количества дней с ледовым покровов, так если на реках до 1988 г. в период с 31.12 по 10.03 отмечается ледовый покров в более 50% наблюдений, то с 1988 г. 50% наблюдения отмечается лишь для отдельных лет.

Согласно [9] река Горынь и Лань замерзают в 1 декаде декабря, вскрывается в конце марта, а Ясельда замерзает в начале декабря, вскрывается. Согласно данным исследованиям (табл. 1), ледовый покров отмечался в более 50% лет на постах: Горынь-Викоровичи – с кон-

ца 3 декады декабря по конец 1 декады марта; Пина-Пинск – с конца 1 декады января по конец 3 декады февраля; Случь-Ленин и Ясельда-Сенин – с конца 1 декады января по конец 1 декады марта; Ясельда-Береза – с конца 1 декады января по конец 2 декады февраля; Лань-Мокрово с конца 1 декады января по конец 1 декады февраля.

Таблица 1 – Средние толщины льда

	Периоды	декабрь		январь			февраль			март	
		20	31	10	20	31	10	20	28	10	20
Горынь Викоровичи	1951-1987	13.0	17.4	22.5	27.3	31.2	34.0	36.0	36.8	32.8	28.2
	1988-2020	–	–	–	–	–	–	–	14.1	–	–
	1951-2020		12.8	16.7	19.3	22.9	24.8	27.4	26.6	23.6	
Пина Пинск	1951-1987	12.4	15.0	21.6	25.3	29.0	28.7	29.3	23.0	–	12.4
	1988-2020	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	1951-2020	–	–	12.4	16.3	19.2	21	20.2	18.6	–	–
Случь Ленин	1951-1987	–	11.2	15.8	20.6	24.0	26.3	27.5	28.1	25.9	–
	1988-2015	–	–	11.9	–	14.6		17.4	–	–	–
	1951-2020	–	–	14.0	17.2	20.2	22.5	23.3	22.4	19.2	–
Ясельда Береза	1952-1987	10.1	13.5	18.9	24.7	28.5	30.6	33.4	35.0	29.9	–
	1988-2020	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	1952-2020	–	–	10.9	13.4	16.5	17.2	18.1	–	–	–
Ясельда Сенин	1951-1987	12.0	15.1	20.1	24.3	28.8	32.2	34.7	33.9	31.8	27.1
	1988-2020	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	1988-2020	–	–	15.3	18.5	23.7	25.0	25.2	23.9	21.3	–
Лань Мокрово	1976-1987	-	15.3	16.1	21.5	23.6	26.5	31.8	34.0	30.3	–
	1988-2020	–	–	–	–	12.9	–	–	–	–	–
	1976-2020	–	–	12.2	14.8	16.2	17.1	–	–	–	–
Лань Локтыши	1951-1987	13.3	19.1	23.5	28.9	33.8	41.2	40.7	42.7	35.3	33.4

Многолетний ход наибольших толщин льда для большинства гидропостов характеризуется значимым отрицательным трендом (рис. 2). Лишь для гидропоста Лань-Мокрово величина тренда незначима. В основном наибольшая толщины льда ежегодного уменьшалась на 0,343–0,47 см год⁻¹. Однако выделяются гидропосты Ясельда-Береза с трендом в -0,856 см год⁻¹ и Случь-Ленин с трендом в -0,146 см год⁻¹. Рассматривая тенденции в периоды 1951-1987 гг. и 1988-2020 гг. не имеет статистически значимого тренда.

Для хода средних за холодный период температур воздуха в пределах исследуемой области отмечается обратная тенденции наибольших толщин льда тенденция в 0,041-0,063 °C год (рис. 2). Для выделяемых в периодов относительно 1988 года тренды хода температур воздуха незначимы.

Средняя многолетняя толщина льда за период 1951 по 2020 гг. составила от 10,9 см (Ясельда-Береза) до 27,4 см (Горынь-Викоровичи), для поста Лань-Локтыши (1951-1976 гг.) – 13,3-42,7 см (табл. 1). Сравнивая периодами, отмечается сокращение толщины льда. Так до 1988 г. наибольшая средняя толщина составила 28,1-36,8 см (без учета Локтышей), а после – 14,1-17,4 см.

До 1988 г. ледовый покров отмечался в более 50% лет на постах (табл. 1): Горынь-Викорович, Ясельда-Сенин и Лань-Локтыши – с конца 2 декады декабря по конец 2 декаду марта, Пина-Пинск, Случь-Ленин, Ясельда-Береза – с конца 3 декады декабря по конец 1 декаду марта; Лань-Мокрово с конца 3 декады декабря по конец 1 декаду марта. В период после 1988 г. для рек отмечались отдельные даты с достаточным числом лет наблюдений.

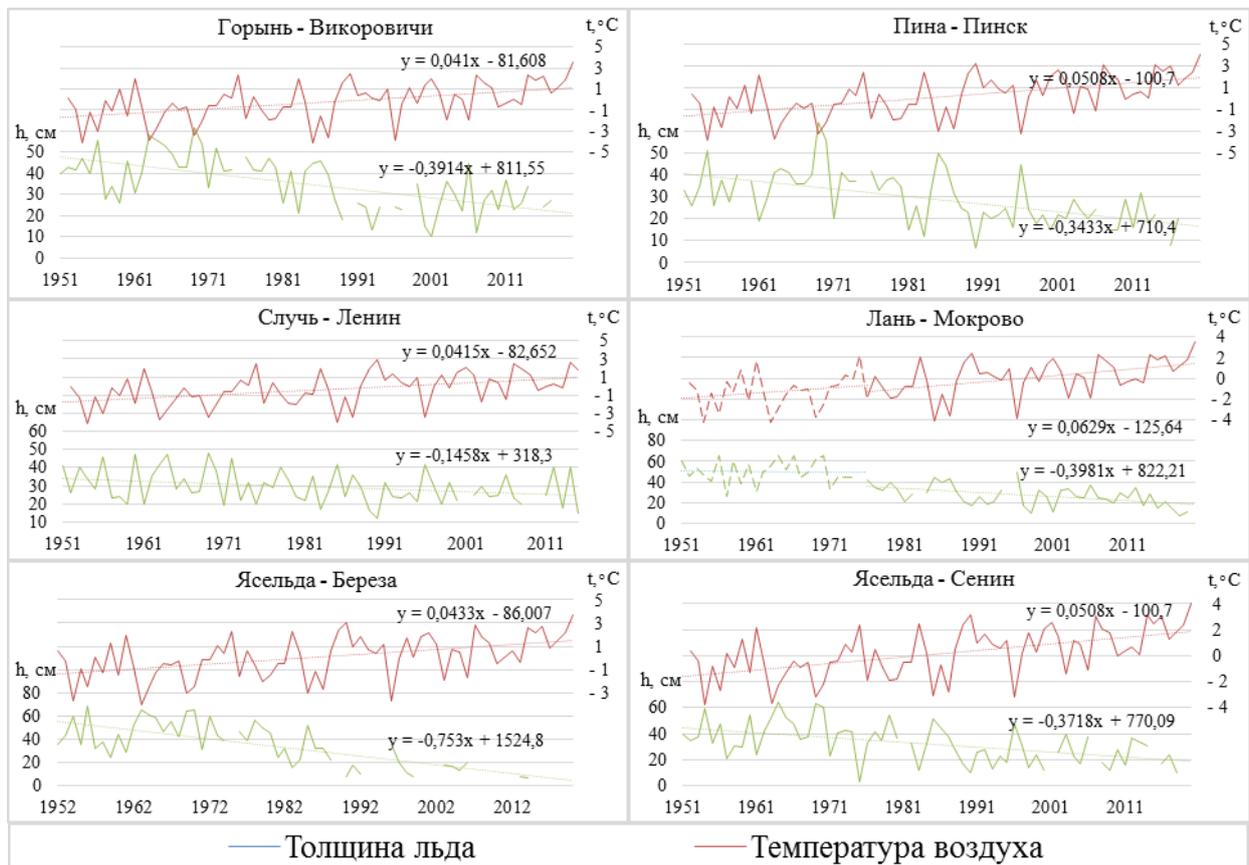


Рис.3. Накопленные отклонения: а) метод RAPS.; б) – метод STARS.

Обсуждение и выводы. Результаты исследования указывают на значительную строго-направленную изменчивость ледового режима ряда рек Белорусского Полесья за период с 1951 по 2020 гг. Отмечается смещение дат регистрации ледового покрова, уменьшение толщины льда, а также увеличение количества безледоставных лет. Аналогичные тенденции изменчивости отмечались для ледового режима рек и водоемов Беларуси [1, 2], России (в разных её частях) [5-7], Армении [3] и Польши [4].

Смещение дат наблюдения ледовых явлений, отмечаемое в исследовании, говорит о сокращении периода ледостава изучаемых рек. Данное сокращение происходит из-за более позднего замерзания и более раннего вскрытия ледового покрова, что подтверждается рядом исследований [1-3, 7].

Значительную роль в смещении сроков ледовых явлений, сокращении толщин льда и в целом изменчивости ледового режима играет температура воздуха [3, 4, 6, 7]. Это подтверждается в рамках данного исследования результатами корреляционного анализа. Также, на это указывает характер наблюдаемых тенденций и многолетнего хода. Полученные положительные тренды температуры воздуха, абсолютно противоположны трендам наибольших толщин льда. Аналогичная ситуация и у многолетнего хода, для которого характерно совпадение локальных минимумов температуры воздуха с локальными максимумами толщины льда.

Наблюдаемый сдвиг на 1988 г. в ходе наибольших толщин льда и температуре воздуха указывает на существенное изменение с этого года в ледовом режиме рек. Схожие сдвиги отмечаются и в ряде других работ [4-7]. Исследование климата Беларуси [10] отмечает 1988 г. как дату начала современного потепления климата на территории Беларуси.

Список использованных источников

1. Лахмотка, М. В., Новик А. А. Характеристика ледового режима рек Беларуси в условиях изменяющегося климата // Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата. 2015. С. 98-100.

2. Кирвель, П. И., Парфомук С. И. Тенденции изменений ледовых явлений на озере Червоное (Белорусское Полесье) // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания. ICEP 2022 : сборник трудов V Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедры природообустройства, Брест, 26–28 октября 2022 г. : в 2 частях / Министерство образования Республики Беларусь, Брестский государственный технический университет ; редкол.: А. А. Волчек [и др.] ; науч. ред. А. А. Волчек, О. П. Мешик. Ч. 1. С. 136–143
3. Маргарян, В. Г. Ледовый режим рек бассейна Дебед, Армения / В. Г. Маргарян // Лёд и Снег. 2021. Т. 61. №. 2. С. 248-261.
4. Łukaszewicz, J. T. The variability of ice phenomena on the rivers of the Baltic coastal zone in the Northern Poland / J. T. Łukaszewicz, R. Graf // Journal of Hydrology and Hydromechanics. 2020. Т. 68. №. 1. С. 38-50.
5. Вуглинский, В. С. Оценка изменений характеристик ледового режима водных объектов для различных регионов страны в современных климатических условиях // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2014. №. 3. С. 32-45.
6. Лобанов, В. А. Климатические изменения толщины льда на северном Каспии // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2018. №. 53. С. 172-187.
7. Сумачев, А. Э., Банщикова Л. С. Ледовый режим реки Печора и особенности прогнозирования высшего уровня ледохода // Гидрометеорология и экология. 2020. №. 61. С. 446-459.
8. Đurin, B. Application of Rescaled Adjusted Partial Sums (RAPS) method in hydrology—an overview / B. Đurin et al // Advances in Civil and Architectural Engineering. 2022. Т. 13. №. 25. С. 58-72
9. Природа Беларуси. Энциклопедия : в 3 т. / Редкол.: Т. В. Белова (гл. ред.) [и др.]. Минск : БелЭн, 2010. Т. 1 : Земля и недра. 464 с.
10. Логинов, В. Ф. Современные изменения климата Беларуси / В. Ф. Логинов // Фундаментальная и прикладная климатология. 2022. Т. 8. №. 1. С. 51-74.

References

1. Lakhmotka, M. V., Novik A. A. Kharakteristika ledovogo rezhima rek Belarusi v usloviyakh izmenyayushchegosya klimata // Problemy gidrometeorologicheskogo obespecheniya khozyaystvennoy deyatelnosti v usloviyakh izmenyayushchegosya klimata. 2015. S. 98-100.
2. Kirvel', P. I., Parfomuk S. I. Tendentsii izmeneniy ledovykh yavleniy na ozere Chervonoe (Belorusskoe Poles'e) // Aktual'nye nauchno-tekhnicheskie i ekologicheskie problemy sokhraneniya sredy obitaniya. ICEP 2022 : sbornik trudov V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 50-letiyu kafedry prirodoobustroystva, Brest, 26–28 oktyabrya 2022 g. : v 2 chastyakh / Ministerstvo obrazovaniya Respubliki Belarus', Brestskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet ; redkol.: A. A. Volchek [i dr.] ; nach. red. A. A. Volchek, O. P. Meshik. Ch. 1. S. 136–143
3. Margaryan, V. G. Ledovyy rezhim rek basseyna Debed, Armeniya / V. G. Margaryan // Led i Sneg. 2021. Т. 61. №. 2. S. 248-261.
4. Łukaszewicz, J. T. The variability of ice phenomena on the rivers of the Baltic coastal zone in the Northern Poland / J. T. Łukaszewicz, R. Graf // Journal of Hydrology and Hydromechanics. 2020. Т. 68. №. 1. S. 38-50.
5. Vuglinskiy, V. S. Otsenka izmeneniy kharakteristik ledovogo rezhima vodnykh ob'ektov dlya razlichnykh regionov strany v sovremennykh klimaticheskikh usloviyakh // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Nauki o Zemle. 2014. №. 3. S. 32-45.
6. Lobanov, V. A. Klimaticheskie izmeneniya tolshchiny l'da na severnom Kasp'ii // Uchenye zapiski Rossiyskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta. 2018. №. 53. S. 172-187.

7. Sumachev, A. E., Banshchikova L. S. Ledovyy rezhim reki Pechora i osobennosti prognozirovaniya vysshego urovnya ledokhoda // *Gidrometeorologiya i ekologiya*. 2020. №. 61. S. 446-459.

8. Đurin, B. Application of Rescaled Adjusted Partial Sums (RAPS) method in hydrology—an overview / B. Đurin et al // *Advances in Civil and Architectural Engineering*. 2022. T. 13. №. 25. S. 58-72

9. Priroda Belarusi. Entsiklopediya : v 3 t. / Redkol.: T. V. Belova (gl. red.) [i dr.]. Minsk : BelEn, 2010. T. 1 : Zemlya i nedra. 464 s.

10. Loginov, V. F. Sovremennye izmeneniya klimata Belarusi / V. F. Loginov // *Fundamental'naya i prikladnaya klimatologiya*. 2022. T. 8. №. 1. S. 51-74.

© Sheshko N. N., Kukharevich M. F., 2023

УДК 502.11

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Р.К. Шарипова*

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева

Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31
E-mail: sharipovarukhshona11@gmail.com

В данной статье рассматриваются основные экологические проблемы в Красноярском крае и возможные пути их решения.

Ключевые слова: экология, источники загрязнения, принципы экологической политики.

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE KRASNOYARSK TERRITORY

R.K. Sharipova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology 31,
Krasnoyarskii rabochii prospekt, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

E-mail: sharipovarukhshona11@gmail.com

This article discusses the main environmental problems in the Krasnoyarsk Territory and possible ways to solve them.

Keywords: ecology, sources of pollution, principles of environmental policy.

Красноярский край считается одним из самых проблемных краев, когда речь заходит про экологию. В особенности город Красноярск, он считается одним из самых загрязненных город России. Источники загрязнения воздуха в Красноярске разнообразны, а состав выбросов сложен. Красноярск относится к числу городов, характеризующихся сверхвысоким уровнем 1 и 2 класса опасности загрязнителей воздуха. По данным исследования суммарного индекса загрязнения атмосферного слоя воздуха пять приоритетных загрязняющих веществ находятся на критическом уровне. К приоритетным веществам, создающим высокий уровень загрязнения воздуха, относятся: бензапирен, формальдегид, взвешенные вещества, диоксид и оксид азота. Согласно отчету о экологической безопасности, выпущенному краевым министерством экологии в 2021 году, уровень загрязнения воздуха в Красноярске характеризуется