



Научная статья
УДК 504.064.2+911.2
doi: 10.55186/25876740_2026_69_5_697

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛАНДШАФТНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПИРОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ НА ЮГЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

В.П. Кузнецова¹, Э.А. Кузнецова²

¹Нижевартровский государственный университет, Нижневартовск, Россия

²Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия

Аннотация. В статье приведены основные результаты геоэкологического мониторинга ландшафтно-климатических условий возникновения пирогенной опасности на юге Тюменской области. По данным метеостанций г. Тюмень, г. Ишим, проведён анализ многолетнего хода среднегодовой температуры воздуха, суммы атмосферных осадков, относительной влажности воздуха и высоты снежного покрова за 1988-2023 гг. Выявлены тенденции повышения средней годовой температуры воздуха и уменьшения суммы годовых осадков, относительной влажности воздуха и средней высоты снежного покрова. По данным Тюменского центра гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды проанализированы уровни воды в реках Ишим, Тавда, Тура за 2008-2023 гг. Выполнен анализ площади озёр за 1975, 2002 и 2022 гг. Установлено, что на юге Западной Сибири уровни воды в реках и площади озёр являются одними из ключевых факторов пирогенной опасности, определяющими вероятность и масштабы природных пожаров. Наименьшие уровни воды в реках в пожароопасный период отмечались в 2008-2012 гг. — в это же время на юге Тюменской области наблюдалось наибольшее количество пожаров и относительное увеличение площади, пройденной огнём. С применением геоинформационного картографирования выполнен сравнительный геопространственный анализ площадей, пройденных огнём и площади водного зеркала озёр за 2022 год по административным районам юга Тюменской области. Составлены карта-схемы глубины и густоты расчленения рельефа территории Тюменского, Ишимского и Нижнетавдинского районов Тюменской области. Орографический фактор возникновения лесных пожаров определяется высотой местности, углом наклона, экспозицией местности и перепадом высот. Проведённые исследования показали, что максимальное количество возгораний происходит на равнинной территории, где показатель не превышает 80 м. Результаты геоэкологического мониторинга изменений ландшафтно-климатических условий возникновения пирогенной опасности на юге Тюменской области могут использоваться при разработке прогнозной модели природных пожаров для обеспечения экологической безопасности региона.

Ключевые слова: природные пожары, физико-географические факторы пирогенной опасности, метеорологические показатели, уровни воды в реках, площадь озёр, глубина расчленения рельефа, густота расчленения рельефа

Original article

GEOECOLOGICAL MONITORING OF REGIONAL CHANGES IN LANDSCAPE AND CLIMATIC CONDITIONS OF PYROGEN HAZARD OCCURRENCE IN THE SOUTH OF TYUMEN REGION

V.P. Kuznetsova¹, E.A. Kuznetsova²

¹Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia

²Tyumen State University, Tyumen, Russia

Abstract. The article presents the main results of geoecological monitoring of landscape and climatic conditions for the occurrence of pyrogenic hazard in the south of the Tyumen region. Using data from meteorological stations in Tyumen and Ishim, an analysis of the long-term course of the average annual air temperature, total precipitation, relative air humidity, and snow depth for 1988-2023 was conducted. Trends of increasing average annual air temperature and decreasing total annual precipitation, relative air humidity, and average snow depth were identified. Using data from the Tyumen Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, water levels in the Ishim, Tavda, and Tura rivers were analyzed for 2008-2023. An analysis of lake area was performed for 1975, 2002, and 2022. It was established that in the south of Western Siberia, water levels in rivers and lake area are among the key factors of pyrogenic hazard, determining the likelihood and scale of wildfires. The lowest river water levels during the fire season were observed between 2008 and 2012. During this same period, the southern Tyumen Oblast experienced the highest number of fires and a relative increase in the area burned. Using geoinformation mapping, a comparative geospatial analysis of fire areas and lake water surfaces was conducted for 2022 across the administrative districts of the southern Tyumen Oblast. Maps of the depth and density of relief dissection were compiled for the Tyumen, Ishim, and Nizhnetavdinsky districts of the Tyumen Oblast. The orographic factor in forest fire occurrence is determined by terrain elevation, slope, aspect, and elevation changes. Research has shown that the highest number of fires occurs in flat areas, where the height does not exceed 80 meters. The results of geoecological monitoring of changes in landscape and climatic conditions for the occurrence of fire hazards in the southern Tyumen region can be used in developing a predictive model for wildfires to ensure the environmental safety of the region.

Keywords: wildfires, physical and geographical factors of pyrogenic hazard, meteorological indicators, water levels in rivers, lake area, relief dissection depth, relief dissection density

Введение. Современные изменения ландшафтно-климатических условий, проявляющиеся на региональном уровне весьма обостряют проблему пирогенной опасности — появляются угрозы возникновения и распространения природных пожаров. Территория юга Тюменской области расположена в пределах Западной Сибири (рис.1), характеризуется сочетанием лесных, лесостепных и водно-болотных экосистем, особенно уязвима к геоэкологическому риску в результате возникновения пожароопасной обстановки: здесь ежегодно фиксируются очаги

возгораний, наносящие ущерб биоразнообразию, инфраструктуре, хозяйственной деятельности и здоровью населения [3, 5, 8].

Необходимость геоэкологического мониторинга физико-географических факторов пирогенной опасности на юге Западно-Сибирского региона (на примере Тюменской области) обусловлена климатическими изменениями, которые подтверждаются устойчивыми трендами роста среднегодовой температуры воздуха, сокращением продолжительности периода со снежным покровом, увеличением частоты пе-

риодов засухи — все это повышает и вероятность возникновения ландшафтных пожаров [7, 9, 10]. Кроме этого, разнообразие природных комплексов региона (от таёжных массивов до степных участков) создаёт определённую специфику пирогенных рисков: ландшафты имеют неодинаковую горючесть и скорость распространения огня. Хозяйственная деятельность также увеличивает число потенциальных источников возгораний и трансформирует природные ландшафты, делая их более пожароопасными [3].



Рисунок 1. Пункты гидрометеорологических наблюдений в границах Тюменской области на карте Западной Сибири [2]

Figure 1. The study area and hydrometeorological observation points within the boundaries of the Tyumen region on the map of Western Siberia [2]

Методы проведения исследования. Цель исследования заключается в выявлении современных факторов пирогенной опасности на основе геоэкологического мониторинга изменений ландшафтно-климатических условий (метеорологические, гидрологические показатели, особенности рельефа местности) в условиях юга Тюменской области, что необходимо для выработки стратегии экологической безопасности региона с учётом риска природных пожаров.

Объектом исследования являются ландшафтно-климатические условия юга Тюменской области. Предмет исследования — особенности формирования и пространственно-временная динамика пирогенной опасности под влиянием природных факторов.

По данным специализированных массивов для климатических исследований Всероссийского научно-исследовательского института гидро-

метеорологической информации (ВНИИГМИ-МЦД), а также по информации архивов погоды [6] выполнен анализ многолетних метеорологических данных — температуры воздуха, количества атмосферных осадков, относительной влажности воздуха, средней высоты снежного покрова для метеостанций г. Тюмень и г. Ишим.

По данным архивных таблиц [1], проведён анализ уровней воды в реках Ишим, Тавды, Туры юга Тюменской области за 2008-2023 гг. В ходе исследования по информации сайта «Мониторинг водного зеркала озёр юга Тюменской области» [4] выполнен анализ площади озёр по административным районам Тюменской области за 1975, 2002, 2022 гг. С применением геоинформационного картографирования составлены карта-схемы площадей озёр с учётом административного районирования региона. На основе тематических карт атласа Тюменской

области (1971 г.), составлены карта-схемы глубины и густоты расчленения рельефа территории Тюменского, Ишимского и Нижнетавдинского районов Тюменской области. По данным Департамента лесного хозяйства Тюменской области выполнялся анализ количества лесных пожаров и площади, пройденной огнём за 2008-2023 гг.

Экспериментальная база, ход исследования. Анализ многолетних метеорологических рядов по данным метеостанций свидетельствует о тенденции повышения средней годовой температуры воздуха на юге Тюменской области (рис. 2). Среднее значение температуры воздуха за 1988-2023 гг. по данным метеорологических показателей в г. Тюмени составляет $+2,5^{\circ}\text{C}$, а для г. Ишима $+1,9^{\circ}\text{C}$. За исследуемый период наибольшие значения средней температуры воздуха отмечаются в 1995 г. ($+4,1^{\circ}\text{C}$ — Тюмень; $+3,3^{\circ}\text{C}$ — Ишим), в 2008 г. ($+3,7^{\circ}\text{C}$ — Тюмень; $+3,2^{\circ}\text{C}$ — Ишим), в 2020 г. зафиксированы максимальные значения средней годовой температуры воздуха ($+4,7^{\circ}\text{C}$ — Тюмень; $+4,5^{\circ}\text{C}$ — Ишим), а также в 2023 г. ($+4,3^{\circ}\text{C}$ — Тюмень; $+3,6^{\circ}\text{C}$ — Ишим). Минимальные значения средней годовой температуры воздуха характерны для г. Ишима и отмечаются в 1993 г. ($+0,7^{\circ}\text{C}$), 1996 г. ($+0,2^{\circ}\text{C}$), 2010 г. ($+0,7^{\circ}\text{C}$), в 2016 г. (зафиксировано наименьшее значение $-0,1^{\circ}\text{C}$), а также в 2018 г. ($+0,8^{\circ}\text{C}$). Для г. Тюмени минимальные значения средней годовой температуры воздуха отмечены в 1993 г. ($+1,2^{\circ}\text{C}$), в 2010 г. ($+1,4^{\circ}\text{C}$), 2018 г. ($+1,6^{\circ}\text{C}$) (рис. 2).

Среднее значение суммы годовых осадков за 1988-2023 гг. по данным метеорологической станции г. Тюмень составляет 470,5 мм и наблюдается тенденция уменьшения. Наибольшее количество атмосферных осадков в г. Тюмень зафиксировано в 1990 г. (667,8 мм — максимальное значение за весь исследуемый период на территории юга Тюменской области), а также в 2002 г. (642 мм). Минимальные показатели суммы осадков за год в г. Тюмень зафиксированы в 1997 г. (367 мм), 2003 г. (347 мм), в 2021 г. (295,7 мм), а также в 2023 г. (310,1 мм). Для г. Ишима среднее многолетнее значение годовой суммы осадков составляет 412,7 мм и наблюдается тенденция увеличения. Максимум осадков отмечено в 2015 г. (566,3 мм), а минимальное значение — в 2021 г. (262,8 мм — наименьшее значение годовой суммы осадков за 1988-2023 гг. для территории юга Тюменской области) (рис. 3).

Средняя многолетняя годовая относительная влажность воздуха по данным метеорологической станции г. Тюмень составляет 40% и наблюдается тенденция её уменьшения за 1988-2023 гг. Максимальные показатели относительной влажности воздуха в Тюмени за исследуемый период времени наблюдались в 1990 г. (56%), в 2002 г. (54%) и в 2014 г. (47%). Минимальные значения показателей относительной влажности воздуха зарегистрированы в 1997 г. (31%), 2003 (29%), 2021 г. (25% — минимум за 1988-2023 гг.) (рис. 4).

Среднее многолетнее значение относительной влажности воздуха по данным метеорологической станции г. Ишим намного больше, чем в окрестностях г. Тюмени и составляет 73%, с незначительной тенденцией уменьшения. Максимальные показатели относительной влажности воздуха в Ишиме за 1988-2023 гг. наблюдались в 2015 г., 2016 г. (77%); минимальные — в 2021 г. (66%) (рис. 4).

За исследуемый многолетний период средняя высота снежного покрова характеризуется ровным ходом — устойчивой тенденцией



для г. Тюмени. Можно наблюдать здесь лишь незначительную тенденцию к уменьшению средней высоты снежного покрова. На смену с наименьшими показателями средней высоты снежного покрова (1995-1997 гг., 2006-2009 гг., 2020-2021 гг.) приходят годы, для которых характерно относительное увеличение средней высоты снежного покрова — 1994 г., 1998-2005 гг., 2010-2019 гг., 2022 г.). Среднее многолетнее (за 1988-2023 гг.) значение высоты снежного покрова по данным метеостанции г. Тюмень составляет 24 см (рис. 5).

Для г. Ишима прослеживается отчетливая тенденция уменьшения средней годовой высоты снежного покрова за 1988-2023 г. Наибольшие показатели отмечаются в периоды 1990-1994 гг., 1996 г., 2001 г., 2010-2011 гг., 2013 г., 2015-2017 г. Наименьшей средней годовой высотой снежного покрова характеризуется 2008 г. Кроме этого, относительно минимальные показатели высоты снежного покрова в г. Ишиме отмечаются в 1989 г., 1995 г., 2004 г., 2006 г., 2018-2020 гг. и в 2022 г. Среднее годовое значение высоты снежного покрова в г. Ишиме составляет 22 см.

По архивным данным таблиц [1] проведен анализ уровней воды в реках Ишим, Тавда, Тура юга Тюменской области за 2008-2023 гг. На р. Ишим (Ишимский район) наивысшие уровни воды наблюдались в мае месяце (кроме 2009-2010 гг.). Максимальные значения — 888 м (2017 г.), 792 м (2016 г.), 787 м (2014 г.) (рис. 6). Важно обратить внимание, что в указанные годы (2014 г., 2016 г., 2017 г.) отмечалась минимальная площадь, пройденная огнём и зафиксировано наименьшее количество пожаров на территории Ишимского района. За многолетний период наименьшие уровни воды в пожароопасный период отмечались в 2008-2012 гг., когда наблюдалось наибольшее количество пожаров в это же время и относительно возросла площадь, пройденная огнём на юге Тюменской области (рис. 6, 7).

Уровни воды на р. Тавда (Нижнетавдинский район) в пожароопасные периоды характеризуются значительной межгодовой изменчивостью с максимальными значениями преимущественно в июне месяце. Здесь максимальная площадь, пройденная огнём — в 2021 г. и 2023 г. (рис. 8). В эти годы зафиксированы одни из наименьших отметок уровней воды в реке. Количество пожаров в 2021 г. и 2023 г. на территории Нижнетавдинского района относительно увеличилось за многолетний период (рис. 7).

Максимальные уровни воды в реке Тура (Тюменский район) наблюдаются в мае. Исключение — 2008 г., когда максимум уровня воды в реке зафиксирован в июне. Наименьшие уровни воды в реке Туре свойственны для августа, сентября и октября (рис. 9). На территории Тюменского района в 2021 и 2023 гг. отмечалась наибольшая площадь, пройденная огнём, но количество пожаров сравнительно небольшое (рис. 7). В эти же годы в реке Тура отмечаются минимальные уровни воды (рис. 9).

По информации сайта «Мониторинг водного зеркала озёр юга Тюменской области» (<https://chel.aif.ru/rosneft-grant/ozera/>) [4] выполнен анализ площади озёр по административным районам юга Тюменской области за 1975, 2002 и 2022 гг. С применением геоинформационного картографирования составлены карты-схемы площадей озёр с учётом административного районирования региона (рис. 10).

Установлено, наибольшая площадь озёр в 1975 году зафиксирована на территории Уватского, Тобольского, Вагайского, Армизонского районов. Наименьшая площадь озёр за указанный период отмечалась на территории Исетского, Заводоуковского, Омутинского, Аромашевского, Сорокинского районов (рис. 10). В 2002 и 2022 годах наблюдалась похожая

ситуация по распределению наибольшей площади озёр по административным районам на юге Тюменской области (рис. 10, 11).

Таким образом, на территории юга Тюменской области максимальные площади озёр отмечаются в Уватском, Тобольском, Вагайском и Армизонском районах в 1975, 2002 и 2022 гг. (рис. 10, 11).

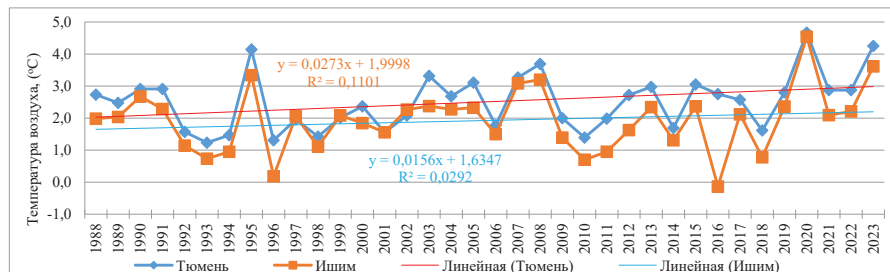


Рисунок 2. График среднегодовой температуры воздуха (°C) за 1988-2023 гг. по данным метеорологических станций г. Тюмень и г. Ишим

Figure 2. Graph of average annual air temperature (°C) for 1988-2023 based on data from meteorological stations in Tyumen and Ishim

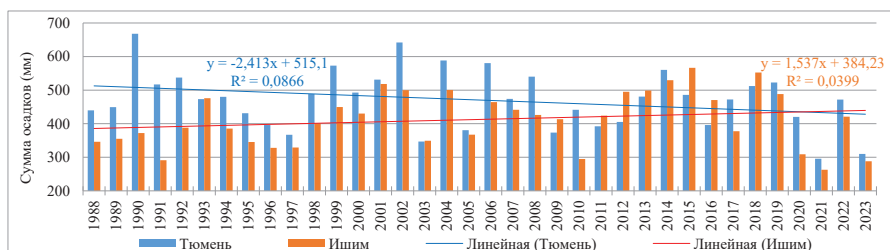


Рисунок 3. График количества атмосферных осадков (мм) за 1988-2023 гг. по данным метеорологических станций г. Тюмень и г. Ишим

Figure 3. Graph of the amount of precipitation (mm) for 1988-2023 based on data from meteorological stations in Tyumen and Ishim

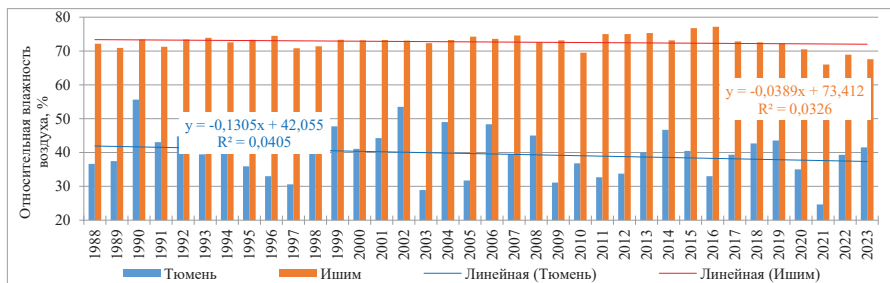


Рисунок 4. График относительной влажности воздуха (%) за 1988-2023 гг. по данным метеорологических станций г. Тюмень и г. Ишим

Figure 4. Graph of relative air humidity (%) for 1988-2023 based on data from meteorological stations in Tyumen and Ishim

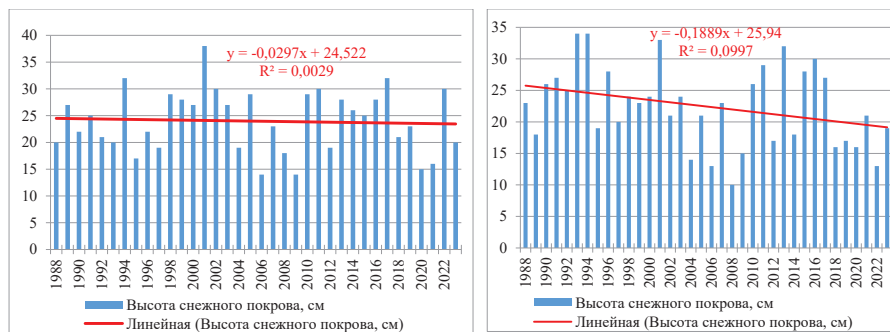


Рисунок 5. График средней высоты снежного покрова за 1988-2023 гг. по данным метеорологической станции г. Тюмень (А) и г. Ишим (Б)

Figure 5. Graph of the average snow depth for 1988-2023 according to data from the meteorological stations of Tyumen (A) and Ishim (B)



Минимальная площадь водного зеркала озёр — в Аромашевском, Заводоуковском, Исетском, Голышмановском, Упоровском, Юргинском, Абатском, Викуловском и Ялуторовском районах (рис 11).

Сравнительный геопространственный анализ площадей, пройденных огнём и площади водного зеркала озёр по административным районам юга Тюменской области свидетельствует о том, что наибольшие территории, подвергнутые пожарам — Исетский (5 049,35 га), Упоровский (4 719,3 га), Тюменский (3 661,45 га) районы. Территория Исетского района (где зафиксирована

максимальная площадь пожаров в 2022 г.), характеризуется наименьшей площадью озёр. Кроме этого, на территории Упоровского и Тюменского районов, где также высока площадь пожаров, отмечается сравнительно небольшая площадь водного зеркала озёр. В то же время, территория Заводоуковского района характеризуется наименьшими значениями и площади пожаров, и площади водного зеркала в 2022 году.

Территории административных районов, где в 2022 году отмечалась максимальная площадь озёр (Уватский, Тобольский, Армизонский, Вагайский), характеризуются значениями по

площади пройденных пожаров ниже среднего (758 га), для юга области в данный период (рис. 12).

Можно сделать вывод о неоднозначности зависимости площади водного зеркала озёр и площади прохождения пожаров на юге Тюменской области.

Методом геоинформационного картографирования, по данным тематических карт атласа Тюменской области (1971 г.), составлены картасхемы глубины расчленения рельефа территории Тюменского, Ишимского и Нижнетавдинского районов Тюменской области (рис. 13).

Большая часть территории Тюменского района характеризуется относительной незначительной глубиной расчленения рельефа — максимальные превышения водоразделов над урезами рек и озёр составляют менее 5 м. Центральная и южные части района — с относительными высотами от 5-10 до 10-25 м.

Для Ишимского района характерен более выраженный рельеф — с преобладающими относительными высотами 5-10, 10-25 м. В то же время, в юго-западной части имеются формы рельефа 50-100 м (центральная часть района). Кроме этого, имеются участки значительной площади с отметками относительных высот менее 5 м (рис. 13).

Особенностью рельефа территории Нижнетавдинского района Тюменской области являются большие пространства с относительными высотами 10-25 м (центральная часть района). Также, преобладает равнинный рельеф — менее 5 м относительно превышений водоразделов над урезами рек и озёр (рис.13).

В ходе исследования выполнен анализ и составление карт-схем густоты расчленения рельефа территории Тюменского, Ишимского и Нижнетавдинского районов Тюменской области (рис. 14).

Особенность рельефа рассматриваемых территорий — наличие повсеместного значительного озёрного расчленения. Выделяется пойма реки Тавды, значительно расчленённая преимущественно руслом и протоками. Линейное расчленение долинами, балками, логами и оврагами по указанной территории — от очень слабых до сильных значений. Преобладают участки слабого линейного расчленения. В то же время, на юго-западе и юге Тюменского района присутствуют территории со средним и сильным расчленением рельефа. Густота расчленения рельефа территории Ишимского района разнообразна: от очень слабого до сильного линейного расчленения. В отличие от территорий Тюменского и Нижнетавдинского районов, здесь преобладают участки с отсутствием озёрного расчленения, которое встречается только на юго-западе и юге района (рис. 14).

Орографический фактор возникновения лесных пожаров определяется высотой местности, углом наклона, экспозицией местности и перепадом высот. Проведённые исследования показали, что максимальное количество возгораний происходит на равнинной территории, где показатель не превышает 80 м. [3].

Результаты и обсуждение. В результате геоэкологического мониторинга изменений ландшафтно-климатических условий возникновения пирогенной опасности на юге Тюменской области созданы базы данных по многолетним климатическим и гидрологическим показателям территории. Выполнен анализ данных по количеству лесных пожаров и площади, пройденной огнём за 2008-2023 гг.

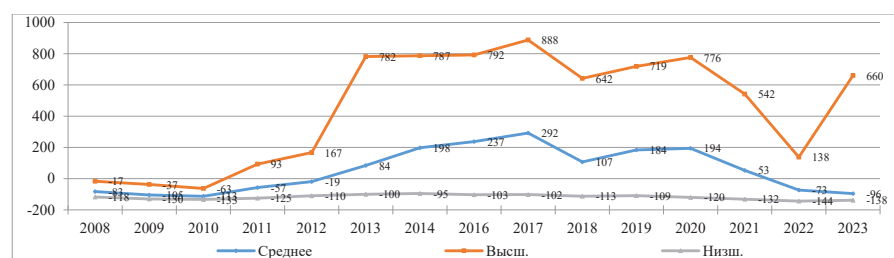


Рисунок 6. График среднего, высшего и низшего уровней воды (см) в реке Ишим (г. Ишим) в пожароопасный период (с апреля по октябрь) за 2008-2023 гг. (отметка нуля поста 69,54 м БС-77)
Figure 6. Graph of average, highest and lowest water levels (cm) in the Ishim River (Ishim City) during the fire hazard period (from April to October) for 2008-2023 (zero mark of the post 69.54 m BS-77)

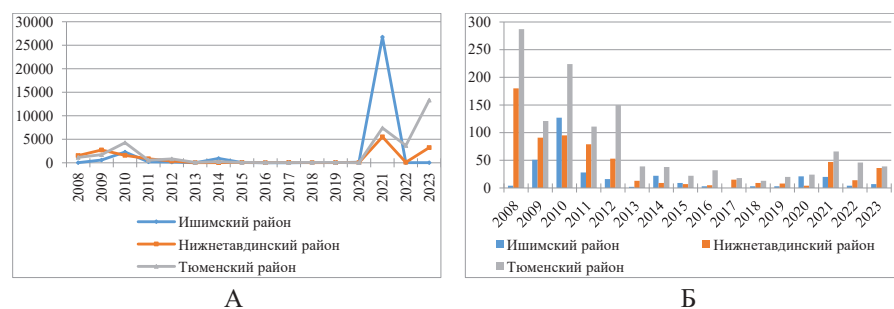


Рисунок 7. График пройденной огнём площади (га) (А) и график количества пожаров (шт.) (Б) за 2008-2023 гг. в Ишимском, Нижнетавдинском и Тюменском районах
Figure 7. Graph of the area covered by fire (ha) (A) and graph of the number of fires (pcs.) (B) for 2008-2023 in the Ishim, Nizhnetavdinsky and Tyumen districts

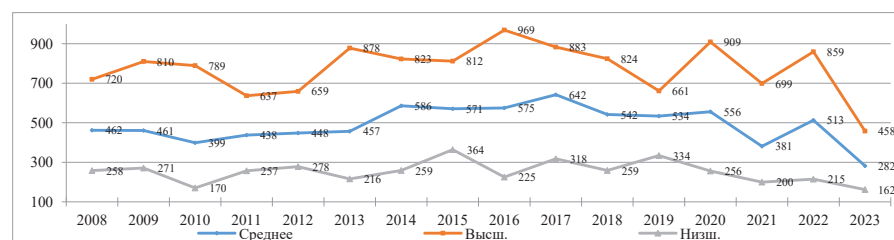


Рисунок 8. График среднего, высшего и низшего уровней воды (см) в реке Тавда (р. п. Нижняя Тавда) в пожароопасный период (с апреля по октябрь) за 2008-2023 гг. (отметка нуля поста 40,40 м БС)
Figure 8. Graph of average, highest and lowest water levels (cm) in the Tavda River (Nizhnyaya Tavda settlement) during the fire hazard period (from April to October) for 2008-2023 (zero mark of the post 40.40 m BS)

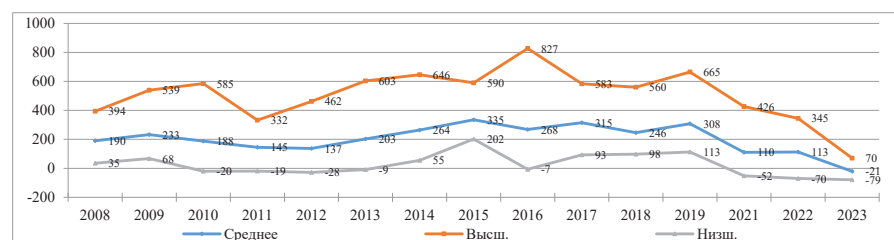


Рисунок 9. График среднего, высшего и низшего уровней воды (см) в реке Тура (г. Тюмень) в пожароопасный период (с апреля по октябрь) за 2008-2023 гг. (отметка нуля поста 48,52 м БС)
Figure 9. Graph of average, highest and lowest water levels (cm) in the Tura River (Tyumen) during the fire hazard period (from April to October) for 2008-2023 (zero mark of the post 48.52 m BS)

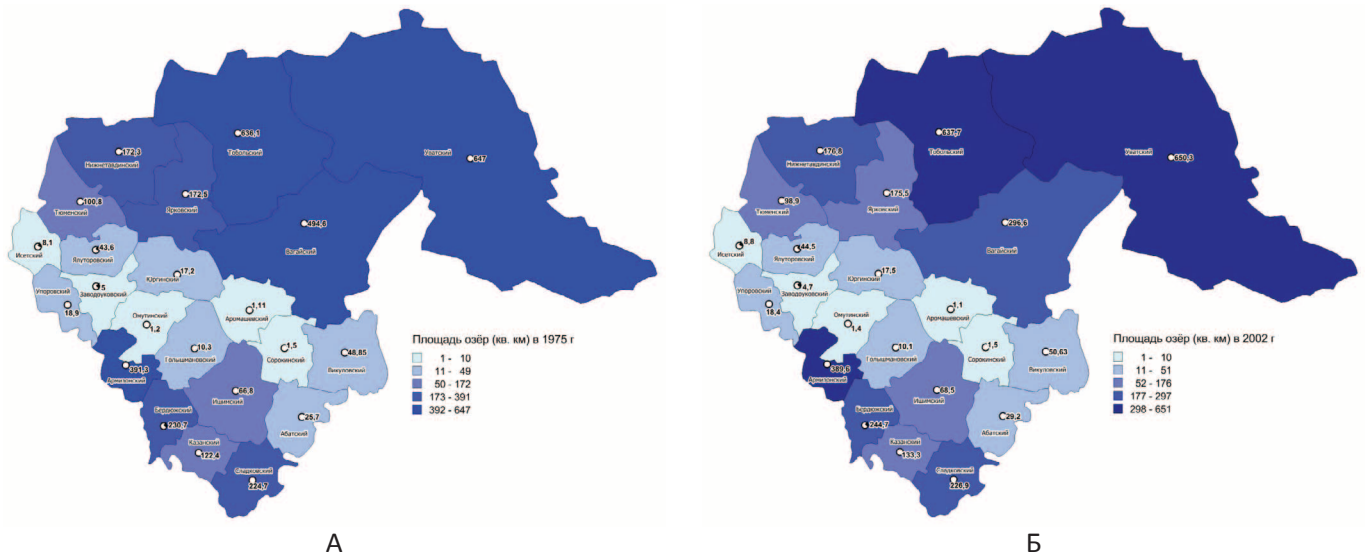


Рисунок 10. Карта-схема площади озёр по административным районам юга Тюменской области в 1975 году (А) и в 2002 году (Б) [2]
Figure 10. Map-scheme of the area of lakes by administrative districts of the south of the Tyumen region in 1975 (A) and in 2002 (B) [2]

и выявлены геопространственные особенности пирогенной обстановки в регионе с учётом физико-географических условий.

За период с 2008 по 2023 гг. на исследуемой территории было зарегистрировано 2 235 очагов пожаров, а общая площадь сгоревших лесов составила 81 162,63 га. В текущем десятилетии динамика площади пожаров на юге Тюменской области была скорректирована современными процессами изменения климата. На площадь распространения пожаров в первую очередь влияют температурный максимум, средняя температура в пожароопасный период с апреля по октябрь, относительная влажность воздуха и количество осадков. За год до сильных пожаров на юге Тюменской области образуется незначительный снежный покров, что приводит к уменьшению влажности почвы весной следующего года. Установлено, что гидрологические условия (средний летний и годовой уровни воды в реках) оказывают существенное влияние в южно-таёжной зоне Тюменской области (без округов) на площадь распространения пожаров. Растительный покров здесь не играет ключевую роль в развитии пирогенной опасности, поскольку леса, как правило, заболочены, что является сдерживающим фактором развития лесных пожаров [3].

Область применения результатов. Результаты геоэкологического мониторинга изменений ландшафтно-климатических условий возникновения природных пожаров на юге Тюменской области могут использоваться для разработки прогнозной модели пирогенной опасности с учётом сценариев климатических изменений и антропогенной трансформации ландшафтов, а также для планирования мероприятий по предупреждению и ликвидации пожаров с учётом физико-географических особенностей территории, для адаптации лесной промышленности к изменению состава древесных пород лесов в результате изменения климата и для обеспечения экологической безопасности региона.

Выводы. Наблюдаемые изменения климатических условий приводят к повышению пирогенной опасности и неблагоприятным экологическим последствиям для природной среды. В этой связи, необходимо выявлять физико-географические факторы возникновения лесных пожаров на юге Западной Сибири.

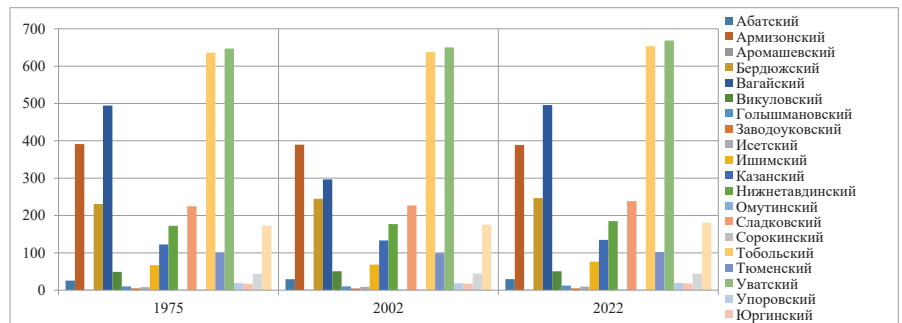


Рисунок 11. График площади озёр (кв. км) в 1975, 2002 и 2022 гг. по административным районам юга Тюменской области
Figure 11. Graph of lake area (sq. km) in 1975, 2002 and 2022 by administrative districts of the south of the Tyumen region

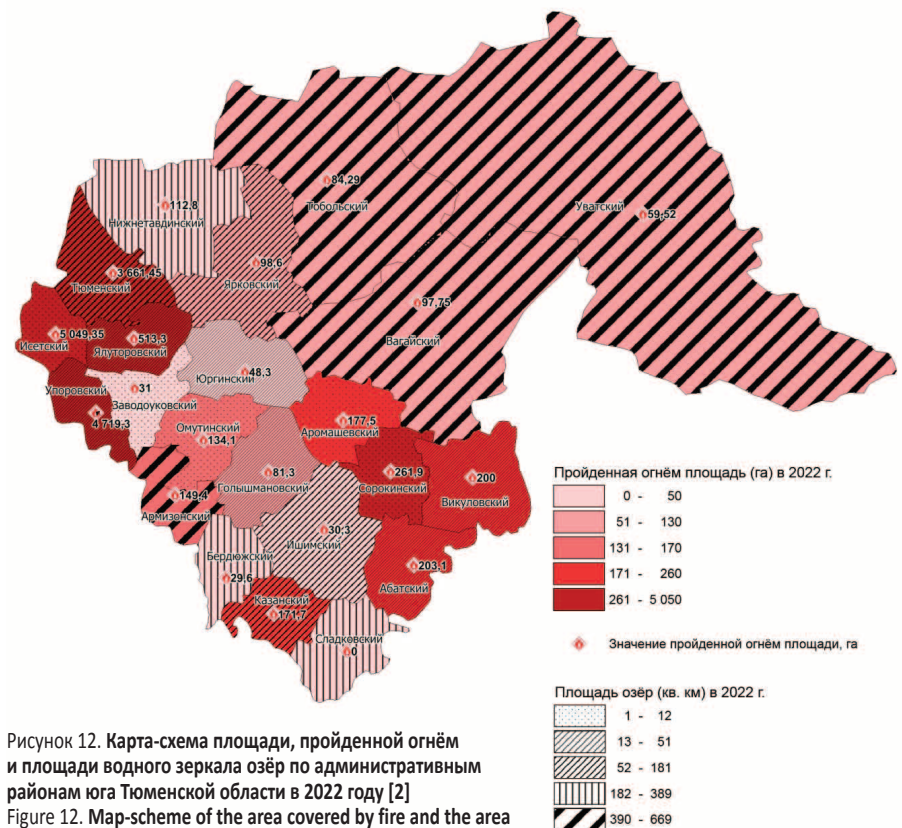


Рисунок 12. Карта-схема площади, пройденной огнём и площади водного зеркала озёр по административным районам юга Тюменской области в 2022 году [2]
Figure 12. Map-scheme of the area covered by fire and the area of the water surface of lakes by administrative districts of the south of the Tyumen region in 2022 [2]

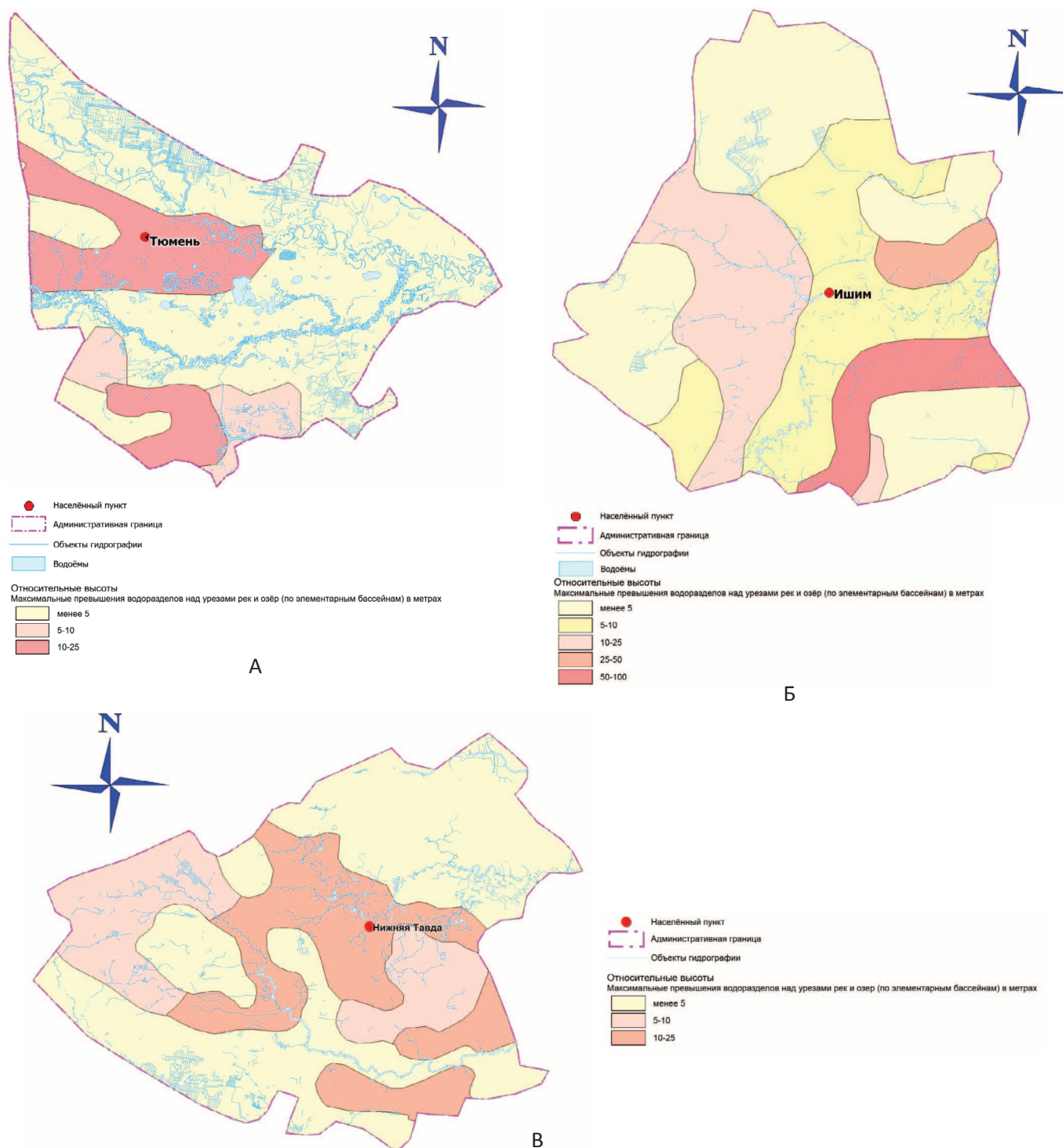


Рисунок 13. Карты-схемы глубины расчленения рельефа территории Тюменского (А), Ишимского (Б) и Нижнетавдинского районов (В)
Figure 13. Maps-schemes of the depth of relief dissection of the territory of Tyumen (A), Ishim (B) and Nizhnetavdinsky districts (B)

Список источников

1. Архивные данные по уровню рек Ишим, Тавда, Тура ЦГМС России по Тюменской области (Тюменский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Обь-Иртышское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»).
2. Кузнецова В.П. Режим ветра, уровни воды в реках и площади озёр как факторы пирогенной опасности на юге Западной Сибири. Системы контроля окружающей среды — 2025. Тезисы докладов Международной научно-практической конференции. Севастополь, 10 — 13 ноября 2025 г. Севастополь: ИП Куликов А.С., 2025. С. 88-89.
3. Кузнецова Э.А. Пространственно-временная изменчивость физико-географических факторов пироген-

- ной опасности в условиях изменения климата на юге Западной Сибири. Отчёт о научно-исследовательской работе. Тюмень: ТюмГУ, 2025. Пер. № 226032033935-8. 64 с.
4. Мониторинг водного зеркала озёр юга Тюменской области [Электронный ресурс] <https://chel.aif.ru/rosneft-grant/ozera/>.
5. Мониторинг устойчивого развития лесных экосистем в меняющемся климате: монография / Э.Г. Коломыц, под ред. Б.И. Кочурова. Москва: ИНФРА-М, 2024. 540 с. DOI: 10.12737/2056726.
6. Расписание погоды [Электронный ресурс] <http://rp5.ru>.
7. Climatic Indicators and Their Variation Trends as Conditions for Forest Flammability Hazard in the South of Tyumen Oblast / E. Kuznetsova, O. Marchukova, V. Kuznetsova

- [et al.] // Fire. 2024. Vol. 7, No. 12. P. 466. DOI: 10.3390/fire7120466. EDN QWNARD.
8. Hallema, D.W., Sun, G., Caldwell, P.V. et al. Burned forests impact water supplies. Nat Commun 9, 1307 (2018). DOI: 10.1038/s41467-018-03735-6.
9. Lee, H., and Romero, J. (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC.
10. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., and Gomis, M.I. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press. EDN: UOQATZ.

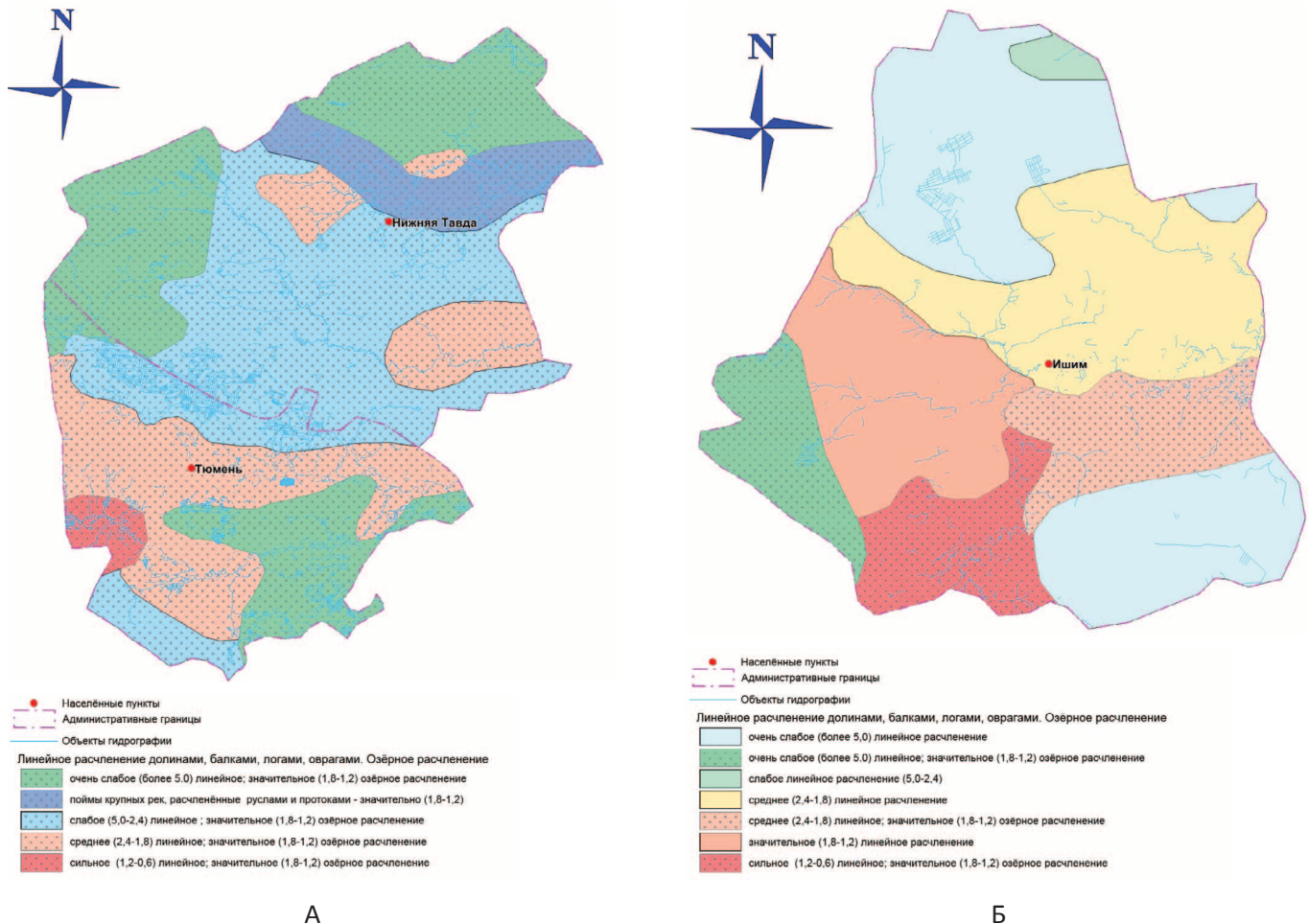


Рисунок 14. Карты-схемы густоты расчленения рельефа территории Тюменского, Нижнетавдинского (А) и Ишимского (Б) районов
Figure 14. Maps-schemes of the density of relief dissection of the territory of the Tyumen and Nizhnetavdinsky (A) and Ishimsky (B) districts
Примечание: в условных обозначениях в скобках указаны средние расстояния между соседними понижениями рельефа в километрах

References

1. TSGMS Rossii po Tyumenskoi oblasti (Tyumenskii tsentr po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchei sredy — filial Federal'nogo gosudarstvennogo byudzhethnogo uchrezhdeniya «Ob'lrtyshskoe upravlenie po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchei sredy»). Arkhivnye dannye po urovnyu rek Ishim, Tavda, Tura [Archival data on the water level of the Ishim, Tavda, and Tura rivers from the Central Hydrometeorological Center of Russia for the Tyumen Region].
2. Kuznetsova V.P. (2025). *Rezhim vetra, urovni vody v rekakh i ploshchadi ozer kak faktory pirogennoi opasnosti na yuge Zapadnoi Sibiri* [Sistemnyy kontrol'nyy doklad]. Tyumen: Tyumen State University. 88 p.
3. Kuznetsova E.A. (2025). *Prostranstvenno-vremennaya izmenchivost' fiziko-geograficheskikh faktorov pirogennoi*

4. *Monitoring the water surface of lakes in the south of the Tyumen region* [Monitoring the water surface of lakes in the south of the Tyumen region]. [Electronic resource] <http://chelaif.ru/rosneft-grant/ozera/>.
5. E.H.G. Kolomyts; pod red. B.I. Kochurova (2024). *Monitoring ustoichivogo razvitiya lesnykh ehkositem v menyayushchemsya klimate: monografiya* [Monitoring the sustainable development of forest ecosystems in a changing climate: a monograph]. Moscow, INFRA-M, 540 p. DOI: 10.12737/2056726.
6. Raspiyanie pogody [Weather forecast] [Electronic resource] <http://rp5.ru>.

7. E. Kuznetsova, O. Marchukova, V. Kuznetsova [et al.] (2024). Climatic Indicators and Their Variation Trends as Conditions for Forest Flammability Hazard in the South of Tyumen Oblast. *Fire*, vol. 7, no. 12., pp. 466. doi: 10.3390/fire7120466.
8. Hallema, D.W., Sun, G., Caldwell, P.V. et al. (2018). Burned forests impact water supplies. *Nat Commun* 9, 1307. DOI: 10.1038/s41467-018-03735-6.
9. Lee, H., and Romero, J. (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC.
10. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., and Gomis, M.J. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press.

Информация об авторах:

Кузнецова Вера Петровна, кандидат географических наук, доцент кафедры географии, Нижневартковский государственный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2506-4644>, Scopus ID: 57205163777, Researcher ID: P-2076-2017, SPIN-код: 8795-8258, ver597@yandex.ru

Кузнецова Эльза Афанасьевна, кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и экологии, Тюменский государственный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6248-9118>, Scopus ID: 57205171712, Researcher ID: B-3406-2014, SPIN-код: 3242-9040, e.a.kuznecova@utmn.ru

Information about the authors:

Vera P. Kuznetsova, candidate of geographical sciences, associate professor of the department of geography, Nizhnevartovsk State University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2506-4644>, Scopus ID: 57205163777, Researcher ID: P-2076-2017, SPIN-code: 8795-8258, ver597@yandex.ru

Elza A. Kuznetsova, candidate of geographical sciences, associate professor of the department of physical geography and ecology, school of natural sciences, Tyumen State University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6248-9118>, Scopus ID: 57205171712, Researcher ID: B-3406-2014, SPIN-code: 3242-9040, e.a.kuznecova@utmn.ru