

УДК 504.453:504.4.054:504.064.2

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ РАСШИРЕНИЯ КУОРТОВ В СОЧИНСКОМ РЕГИОНЕ

Гудкова Н.К.

Филиал института природно-технических систем, Сочи, e-mail: n.k.gud@yandex.ru

Расширение курортов в Сочинском регионе связано с существенным увеличением нагрузки на уникальные водные экосистемы региона. Исследования в области идентификации факторов негативного влияния на водные экосистемы приобретают особую важность для устойчивого развития Сочинского региона. Исследуемый регион имеет сложное геологическое строение и подвержен негативному влиянию техногенных и природных процессов. Статья посвящена анализу этих опасных процессов на примере долины реки Мзымты, где за последнее десятилетие наблюдалось масштабное строительство олимпийских объектов для зимних олимпийских игр 2014 г. и трех новых горнолыжных курортов в горном кластере. В статье подробно рассмотрены экзогенные геологические процессы, локальные геохимические аномалии и основные виды техногенной нагрузки, которые выявлены в долине р. Мзымты в результате проведенного исследования. Проведена идентификация факторов негативного влияния на экосистему р. Мзымты в условиях расширения курортов, которые расположены на горных склонах. В результате проведенного исследования выявлены три основных группы факторов негативного влияния: активизация опасных геологических процессов, геохимическое загрязнение, высокая техногенная нагрузка. Для минимизации экологических рисков рекомендуется разработка алгоритма исследований водных экосистем с учетом трех основных групп факторов негативного влияния на водные экосистемы. В перспективе предложенный алгоритм действий может применяться для оперативного анализа и принятия обоснованных управленческих решений. На основе проведенного исследования сделаны выводы, которые могут быть использованы для обоснованной геоэкологической оценки долины р. Мзымты в условиях расширения курортов в Сочинском регионе.

Ключевые слова: водные экосистемы, экзогенные геологические процессы, геохимические аномалии, рекреационные территории, экологическая безопасность

IDENTIFICATION OF FACTORS OF NEGATIVE IMPACT ON WATER ECOSYSTEMS IN THE CONDITIONS OF EXPANSION OF RESORTS IN THE SOCHI REGION

Gudkova N.K.

Branch of the Institute of Natural and Technical Systems, Sochi, e-mail: n.k.gud@yandex.ru

The expansion of resorts in the Sochi region is associated with a significant increase in the load on the unique water ecosystems of the region. Research in the field of identification of negative factors affecting water ecosystems is of particular importance for the sustainable development of the Sochi region. The studied region has a complex geological structure and is subject to the negative influence of man-made and natural processes. The article is devoted to the analysis of these dangerous processes on the example of the Mzymta river valley, where over the past decade there has been a large-scale construction of Olympic facilities for the 2014 winter Olympics and three new ski resorts in the mountain cluster. The article describes in detail exogenous geological processes, local geochemical anomalies and the main types of technogenic load that were identified in the Mzymta river valley as a result of the study. Identification of factors of negative impact on the ecosystem of the Mzymta river in the conditions of expansion of resorts located on mountain slopes is carried out. As a result of the study, three main groups of negative impact factors were identified: activation of dangerous geological processes, geochemical pollution, and high technogenic load. To minimize environmental risks, it is recommended to develop an algorithm for studying water ecosystems, taking into account three main groups of factors that have a negative impact on water ecosystems. In the future, the proposed algorithm of actions can be used for operational analysis and making informed management decisions. Based on the study, conclusions are drawn that can be used for a well-founded geoecological assessment of the Mzymta river valley in the context of the expansion of resorts in the Sochi region.

Keywords: water ecosystems, exogenous geological processes, geochemical anomalies, recreational areas, environmental safety

Расширение курортов в Сочинском районе связано с увеличением нагрузки на уникальные водные экосистемы региона. Активное освоение территорий, расположенных в долинах горных рек, связано с деградацией водных экосистем. Исследования в области идентификации факторов негативного влияния на водные экосистемы, приобретают особую важность для устойчивого развития Сочинского региона в ус-

ловиях активного расширения новых горнолыжных курортов «Роза Хутор», «Красная поляна», «Газпром».

Цель исследования

Целью данной работы является идентификация факторов негативного влияния на водные экосистемы для совершенствования механизмов управления природопользованием в регионах рекреационно-

туристской специализации на примере р. Мзымты.

Материалы и методы исследования

Основным материалом, послужившим основой для исследования, являются результаты геоэкологических работ Северо-Кавказского геоэкологического центра (СК ГЭЦ) ГУП «Кубаньгеология», которые проводились под непосредственным руководством автора в 2000–2005 гг. Кроме того, в 2019 г. автором проведено рекогносцировочное обследование района долины р. Мзымты. В 2019–2020 гг. были обобщены и проанализированы все доступные материалы в сфере мониторинга окружающей среды Сочинского региона [1–3]. Изложенный в статье материал анализирует основные факторы негативного воздействия на водные экосистемы на примере долины р. Мзымты за 17-летний период, с 2002 по 2019 г.

Результаты исследования и их обсуждение

За последнее десятилетие в Сочинском регионе наблюдалось масштабное строительство объектов инфраструктуры для проведения зимней олимпиады 2014 г. и трех новых горнолыжных курортов. Наиболее интенсивному техногенному воздействию подверглась территория Адлерского района г. Сочи. Все новые объекты располагались в долине р. Мзымты и ее притоков. Река Мзымта – самая крупная река Сочинского региона, длиной 89,7 км и площадью водосбора 885 км² [4]. Основными притоками являются р. Ачипсе и ее приток Лаура; Пслух, Чвижепсе и Кепша. Изменение в рельефе от пологого к более крутому наблюдается на границе сланцевых пород и вулканогенных образований. Даечные тела диабазовых порфиритов, диабазов и порфиритов в толще глинистых сланцев образуют крутые ступенчатые склоны речных долин. Особенно хорошо эти элементы рельефа наблюдаются по бортам р. Мзымты. Крутизна склонов колеблется от 25 до 60–65°. Там, где уклон доходит до 25–30°, сохраняется сплошной слой делювия, достигающий местами 5–10 м мощности. Аккумулятивный рельеф развит по долинам рек Ачипсе, Бешенка, Пслух и Мзымта. Здесь широко развиты моренные, флювиогляциальные и современные аллювиальные отложения. На склонах повсеместно развиты пролювиально-делювиальные отложения, достигающие 16 м мощности. Широкомас-

штабное строительство в долине р. Мзымты может спровоцировать нарушение сложившегося динамического равновесия и привести к активизации опасных геологических процессов и загрязнению водных экосистем. Рассмотрим более подробно основные факторы, которые могут влиять на устойчивое развитие Сочинского региона в условиях активного расширения новых горнолыжных курортов «Роза Хутор», «Красная поляна» и «Газпром».

Геологические процессы. Современные геологические процессы носят дифференцированный характер, причем активность их зависит в основном от направленности неотектонических движений той или иной структуры. Наложение движений продольных и поперечных морфологических структур создает узлы повышенной тектонической активности, к которым приурочены основные очаги землетрясений в исследуемом регионе.

Большую активность и опасность в исследуемом регионе представляют экзогенные геологические процессы (*ЭГП*): абразия; эрозия, затопления, сели, оползни, карст, осыпи и обвалы.

Эрозионные процессы постоянных водотоков активизируют другие типы процессов (обвальных, осыпных, оползневых, боковой эрозии и пр.). Донная эрозия водотоков наиболее развита в горной части района. Геоэкологическое значение эрозии в районе весьма значительно. Анализ изменчивости пораженности береговой эрозией выявил незначительное развитие береговой эрозии в высокогорной зоне, где энергия водотоков преимущественно направлена на углубление дна. Река Мзымта характеризуется в целом невысоким меандрированием и подверженностью берегов эрозионным размывам. Лишь в низовьях р. Мзымты пораженность достигает 40–50%, боковой эрозии здесь подвержена высокая пойма и I надпойменная терраса. Последняя характеризуется интенсивным хозяйственным освоением, что наносит ущерб водной экосистеме, чему способствуют и другие техногенные процессы, особенно выборка руслового материала.

За счет эрозии временных водотоков на склонах, сложенных рыхлыми осадками, развиваются мелкие промоины и овраги. Пораженность эрозией временных водотоков возрастает в основном с высотой гор. Техногенная нагрузка стимулирует эрозию временных водотоков. Чаще всего это происходит при вырубках леса, прохождении

просек на горных склонах, перевыпасе скота, прокладке дорог и троп, складировании отходов и строительных грунтов, оставлении незасыпанных карьеров и т.д.

В долине р. Мзымты существуют периодически затапливаемые при паводках участки. Негативное воздействие заключается в том, что строительство объектов в береговой зоне, забор руслового материала и зарегулирование рек уменьшает сечение русла, что может привести к чрезвычайным ситуациям.

В горной части района за последние годы наблюдается увеличение оползневой и селевой активности, что вызвано вырубкой леса, уничтожением растительного покрова и активизацией эрозионных процессов на склоне [5]. Оползневые процессы способствуют не только образованию селей, но и приводят к образованию кратковременных запруд. Оползни и сели деформируют участки автомобильных и железных дорог, разрушают сооружения, а также участвуют в переносе и расширении загрязнения окружающей среды, в первую очередь водных экосистем.

Осыпи и обвалы характерны преимущественно для крутых склонов, сложенных легко выветриваемыми горными породами. Значительная активизация обвально-осыпных процессов, за исследуемый период, произошла в результате строительства тоннелей и совмещенной автомобильной и железной автодороги на Красную поляну, где располагаются новые горнолыжные курорты.

Геохимическое загрязнение. В исследуемом районе выделены участки повышенного содержания химических элементов в основных компонентах геологической среды (почво-грунтах, донных осадках, водах), обусловленные как особенностями геологического строения района, так и воздействием техногенных факторов. Эти участки интерпретируются как локальные геохимические аномалии (ЛГА) природного или техногенного характера. ЛГА по своему генезису условно разделяются на природные и техногенные. Природные ЛГА обусловлены особенностями геологического строения региона. Техногенные ЛГА обусловлены различными видами техногенеза. Основные виды техногенеза будут рассмотрены в статье далее.

Повышенные фоновые содержания химических элементов в почвах высоко- и среднегорных ландшафтов вызваны интенсивно протекающими здесь гео-

логическими процессами, приводящими к выветриванию коренных пород и накоплению тяжелых металлов и других химических элементов в почвах и донных осадках водотоков.

С геоэкологических позиций новые горнолыжные курорты, расположенные на левом борту долины р. Мзымты, приурочены к зоне распространения ЛГА токсичных элементов, включая радиоактивные – ртути, свинца, меди, цинка, марганца, хрома и др. Геологической средой здесь являются в основном верхнеплейстоценовые отложения, в верхних частях склонов, голоценовые – в средних и нижних частях склонов. Литологически это щебнистые коллювиальные, галечниково-глыбовые моренные, реже делювиальные отложения с суглинистым и глинистым наполнителем, перекрывающие коренные породы – преимущественно аргиллиты с прослоями алевролитов. Там, где мощность четвертичных отложений менее 3 м, при строительстве вскрываются коренные породы. В зависимости от уклонов рельефа, при строительстве автодорог склоны подрезаются на 3–5 м, что вызывает активизацию обвально-осыпных и оползневых процессов. В результате их развития происходит дальнейшее вскрытие геологического разреза вверх по склону с обнажением горных пород. Таким образом, источником воздействия на водные экосистемы служит та часть геологической среды, которая вовлекается в миграцию в процессе строительства.

Повышенные содержания ртути, связанные с наличием небольших месторождений и проявлений киновари в этом регионе, могут представлять потенциальную опасность при дальнейшем расширении горнолыжных курортов в долине р. Мзымты. Эколого-геохимическая специфика воздействия строительства новых объектов и расширения инфраструктуры горнолыжных курортов в исследуемом районе заключается в том, что в процесс активизации включаются не только опасные экзогенные геологические процессы (оползни, сели, осыпи, эрозия и др.), но и токсичные элементы (ртуть, кадмий, свинец и др.), сосредоточенные в коренных породах и продуктах выветривания горных пород.

Проведенный анализ показал, что поверхностные воды в р. Мзымты и ее притоках до 2008 г. отличались высоким качеством, прозрачностью и низким содержанием взвешенных веществ. В период наиболее интенсивного строительства

в 2009–2013 гг., по данным мониторинговых наблюдений, отмечено, что вода в р. Мзымте мутная, а в дождливый период на ее склонах происходит интенсификация оползневых, эрозионных и селевых процессов [6].

По данным ФГУ «Кубаньмониторинг-вод», весной 2010 г. в результате проведения интенсивных строительных работ в районе Краснополянского участка было обнаружено максимально большое за весь период наблюдения содержание взвешенных веществ – 1098 мг/дм³ (среднее содержание – 207 мг/дм³). После завершения активной фазы строительных работ, связанных с возведением олимпийских объектов, содержание взвешенных веществ в воде р. Мзымты снизилось [7].

В 2019 г., по данным мониторинга [8], во всех наблюдаемых реках было отмечено характерное загрязнение медью (до 8,3 ПДК) и марганцем (до 21,2 ПДК), железом общим (до 16,2 ПДК), цинком (до 4,8 ПДК) и алюминием (до 8,5 ПДК). Загрязненность рек обусловлена в первую очередь высоким содержанием тяжёлых металлов, что связано с наличием геохимических аномалий в горных породах района исследований и техногенной нагрузкой.

Следует отметить, что в целом данная территория характеризуется повышенным геохимическим фоном по ряду химических элементов, что было отмечено в ряде опубликованных ранее работ [9, 10]. В результате геоэкологических работ, проводимых Северо-Кавказским геоэкологическим центром в период с 2000 по 2005 г., и более поздних исследований [11] в районе выделено несколько локальных геохимических аномалий (ЛГА), представленных медью, хромом, цинком, свинцом, серебром, фосфором, марганцем и др.

Ниже приводится краткая характеристика нескольких, наиболее крупных ЛГА:

– Аномалия расположена вдоль федеральной трассы Адлер – Красная Поляна, обусловлена повышенным содержанием свинца, нефтепродуктов, хрома. По расположению вдоль автотрассы и составу загрязнителей аномалию следует отнести к техногенным ЛГА.

– Аномалия выявлена в районе расположения аэропорта «Сочи». Основным компонентом загрязнения являются нефтепродукты, повышено содержание хрома и свинца, что позволяет отнести эту аномалию к техногенным ЛГА.

– Аномалия, расположенная в районе реки Кепши, представлена медью, хромом,

цинком, свинцом, серебром, фосфором, марганцем. Имеет, предположительно, природное происхождение.

– Аномалия выявлена в районе расположения бывшего полигона твердых бытовых отходов, на правом склоне р. М. Херота. Основными компонентами загрязнения являются нефтепродукты и свинец. В ассоциации элементов-загрязнителей здесь присутствуют галлий, серебро, цинк, медь, хром, никель, фосфор. Эту ЛГА следует отнести к типично техногенным.

– Аномалия выявлена в районе расположения Адлерского вагонного депо, где основным компонентом загрязнения являются нефтепродукты, свинец, никель. Также в ассоциации элементов-загрязнителей присутствуют молибден, хром, медь, цинк, олово. Аномалию можно отнести к техногенным ЛГА.

Техногенез. Основными видами техногенеза в районе являются: строительный, транспортный, рекреационный, селитебный, гидротехнический и горно-промышленный. Техногенная нагрузка априори негативно влияет на водные экосистемы. Горно-промышленный комплекс в исследуемом регионе охватывает разработки стройматериалов в карьерах, выборки песчано-гравийного материала из пойм рек, складирование грунтов, изъятых при проведении строительных работ и отходов. Этот вид техногенеза активизирует опасные оползневые, селевые, эрозионные и осыпные процессы, что влечет за собой загрязнение и деградацию водных экосистем.

Таким образом, на основе проведенного анализа факторов негативного воздействия на водные экосистемы долины р. Мзымты за период с 2002 по 2019 г., идентифицированы три группы наиболее значимых факторов: геодинамические процессы; ЛГА и геохимическое загрязнение; техногенная нагрузка.

Для минимизации негативного воздействия на водные экосистемы рекомендуется разработка четкого алгоритма исследований [12]. При разработке такого алгоритма должны учитываться все три группы выявленных факторов.

Предлагается следующая последовательность работ:

– на первом этапе, на основе ранее проведенных исследований и выполненных полевых работ создается матрица в форме таблицы, содержащей инженерно-геологическую и экологическую информацию, включающая сведения о выявленных факторах негативного воздействия;

– на следующем этапе специальная программа, использующая современные цифровые методы обработки информации, подготавливает визуализацию информации в виде комплекта специальных карт;

– на следующем этапе для удобства различных групп пользователей рекомендуется обобщение полученной информации в виде схем, содержащих три цвета: красный – территории, где выявлено активное действие всех трех групп факторов, желтый – выявлено активное действие двух групп факторов, зеленый – выявлено активное действие только одной группы факторов.

Разработанный алгоритм может применяться для оперативного анализа геоэкологической информации и принятия обоснованных управленческих решений.

Выводы

1. Исследованный район долины р. Мзымты характеризуется сложной геоэкологической обстановкой, характеризующейся высокой сейсмичностью, широким развитием ЭГП, наличием геохимических аномалий.

2. В районах нового строительства горнолыжных курортов существует угроза расширения ореола химического загрязнения, связанного с миграцией загрязняющих веществ из геохимических аномалий природного или техногенного происхождения.

3. Идентифицированы 3 основные группы факторов негативного влияния на водные экосистемы при реализации новых проектов: активизация опасных геологических процессов; геохимическое загрязнение; высокая техногенная нагрузка.

4. Необходимо комплексное исследование системы управления рисками ЭГП и деградации водных экосистем для обеспечения экологической безопасности, перспективного планирования и устойчивого развития Сочинского региона в условиях расширения новых горнолыжных курортов и других регионов рекреационно-туристской специализации.

5. Для минимизации экологических рисков рекомендуется разработка алгоритма исследований водных экосистем с учетом трех основных групп факторов негативного влияния на водные экосистемы: геологические процессы; геохимическое загрязнение; техногенная нагрузка.

6. В перспективе разработанный алгоритм может применяться для оперативно-го анализа геоэкологической информации

и принятия обоснованных управленческих решений.

Список литературы / References

1. Государственный мониторинг состояния недр территории Южного и Северо-Кавказского федеральных округов в 2014 г. [Электронный ресурс]. URL: http://geomonitoring.ru/Sochi/aboutotchet_29.html (дата обращения: 12.08.2020).

State monitoring of the state of subsurface resources of the territory of the southern and North Caucasus Federal districts in 2014. [Electronic resource]. URL: http://geomonitoring.ru/Sochi/aboutotchet_29.html (date of access: 12.08.2020) (in Russian).

2. Государственный мониторинг состояния недр территории Южного и Северо-Кавказского федеральных округов в 2015 гг. [Электронный ресурс]. URL: http://geomonitoring.ru/Sochi/aboutotchet_29.html (дата обращения: 12.08.2020).

State monitoring of the state of subsurface resources of the territory of the southern and North Caucasus Federal districts in 2015. [Electronic resource]. URL: http://geomonitoring.ru/Sochi/aboutotchet_29.html (date of access: 12.08.2020) (in Russian).

3. ФГУ «Кубаньмониторингвод» и НИИ прикладной, экспериментальной экологии Кубанского госагроуниверситета. Результаты гидрохимических и гидробиологических наблюдений за состоянием поверхностных вод рек, расположенных в зоне строительства олимпийского комплекса г. Сочи за 2010 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://voda.mnr.gov.ru/activities/detail.php?ID=6021> (дата обращения: 12.08.2020).

FSU “Kubanmonitoringvod” and research Institute of applied and experimental ecology of Kuban state agrarian University. Results of hydrochemical and hydrobiological observations of the state of surface waters of rivers located in the construction zone of the Olympic complex of Sochi in 2010. [Electronic resource]. URL: <http://voda.mnr.gov.ru/activities/detail.php?ID=6021> (date of access: 12.08.2020) (in Russian).

4. Дрожжина К.В. Особенности природно-климатических условий бассейна реки Мзымты для целей рекреационной деятельности // Молодой ученый. 2013. № 5. С. 196–198.

Drozzhina K. V. Features of natural and climatic conditions of the Mzymta river basin for recreational activities // Young scientist. 2013. no. 5. P. 196–198 (in Russian).

5. Гудкова Н.К. Мониторинг геологической среды олимпийских объектов в Сочи // Системы контроля окружающей среды. 2016. № 3 (23). С. 130–133.

Gudkova N.K. Monitoring of the geological environment of Olympic facilities in Sochi // Environmental control Systems. 2016. No. 3 (23). P. 130–133 (in Russian).

6. Гудкова Н.К. Олимпийский проект в Сочи: экологические аспекты // Academia. Архитектура и строительство. 2015. № 2. С. 91–94.

Gudkova N.K. Olympic project in Sochi: environmental aspects // Academia. Architecture and construction. 2015. no. 2. P. 91–94 (in Russian).

7. ФГБУ «ГХИ». Ежегодник качества поверхностных вод Российской Федерации. 2016. [Электронный ресурс]. URL: <http://gidrohim.com/node/80> (дата обращения: 12.08.2020).

FGBU “GHI”. Yearbook of surface water quality of the Russian Federation. 2016. [Electronic resource]. URL: <http://gidrohim.com/node/80> (date of access: 12.08.2020) (in Russian).

8. ФГБУ «СЦГМС ЧАМ». Обзоры об уровне загрязнения поверхностных вод суши. 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pogodasochi.ru/info/85> (дата обращения: 12.08.2020).

FSBI “SCGMS CHAM”. Reviews of the level of land surface water pollution. 2019. [Electronic resource]. URL: <https://www.pogodasochi.ru/info/85> (date of access: 12.08.2020) (in Russian).

9. Лаврищев В.А., Пруцкий Н.И., Семенов В.М. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Серия Кавказская. Лист К-37-V. Изд. 2-е. СПб., 2002. 1 с.

Lavrishchev V.A., Prutskiy N.I., Semenov V.M. State geological map of the Russian Federation scale 1:200 000. Caucasian Series. List K-37-V. 2nd Ed. SPb., 2002. 1 p. (in Russian).

10. Гудкова Н.К., Горбунова Т.Л., Любимцев А.Л. Идентификация экологических рисков, связанных с развитием рекреационно-туристских регионов Черноморского побережья Кавказа на примере комплексной оценки экосистемы горной реки Лаура // Устойчивое развитие горных территорий. 2018. Т. 10. № 1 (35). С. 23–34.

Gudkova N.K., Gorbunova T.L., Lyubimtsev A.L. Identification of environmental risks associated with the development of recreational and tourist regions of the black sea coast of the Caucasus on the example of a comprehensive assessment of the ecosystem of the mountain river Laura // Sustainable development of mountain territories. 2018. Vol. 10. No. 1 (35). P. 23–34 (in Russian).

11. Захарихина Л.В., Литвиненко Ю.С. Радиоэкологические особенности почвенно-растительного покрова долины реки Мзымта Сочинского Черноморского побережья // АгроЭкоИнфо. 2019. № 4. С. 25–30.

Zakharikhina L.V., Litvinenko Yu.S. Radioecological features of the soil and vegetation cover of the Mzymta river valley of the Sochi black sea coast // Agroecoinfo. 2019. no. 4. P. 25–30 (in Russian).

12. Гудкова Н.К., Ренева М.И. Алгоритм исследования территорий с опасными геологическими процессами в Сочинском регионе // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2019. Т. 4. № 3 (17). С. 34–40.

Gudkova N.K., Reneva M.I. Algorithm of research of territories with dangerous geological processes in the Sochi region // Grozny natural science Bulletin. 2019. Vol. 4. No. 3 (17). P. 34–40 (in Russian).