



You have downloaded a document from  
**RE-BUŚ**  
repository of the University of Silesia in Katowice

**Title:** Sovremennoe ekzogeoeologiceskoe sostoanie Civyркуjskogo zaliva i peresejka Magkaa Karga (o. Bajkal)

**Author:** Urij B. Trzcinskij, Elena A. Kozyreva, Tadeus Sipek

**Citation style:** Trzcinskij Urij B., Kozyreva Elena A., Sipek Tadeus. (2010). Sovremennoe ekzogeoeologiceskoe sostoanie Civyркуjskogo zaliva i peresejka Magkaa Karga (o. Bajkal). ". Geographia. Studia et Dissertationes" (T. 32 (2010), s. 79-99).



Uznanie autorstwa - Uzycie niekomercyjne - Bez utworów zależnych Polska - Licencja ta zezwala na rozpowszechnianie, przedstawianie i wykonywanie utworu jedynie w celach niekomercyjnych oraz pod warunkiem zachowania go w oryginalnej postaci (nie tworzenia utworów zależnych).



UNIwersYTET ŚLĄSKI  
W KATOWICACH



Biblioteka  
Uniwersytetu Śląskiego



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

**ЮРИЙ Б. ТРЖЦИНСКИЙ\***, ЕЛЕНА А. КОЗЫРЕВА\*,  
ТАДЕУШ ЩИПЕК\*\*

---

---

## Современное экзогеоэкологическое состояние Чивыркуйского залива и перешейка Мягкая Карга (о. Байкал)

### Аннотация

Рассматривается эволюция береговых склонов Чивыркуйского залива и перешейка Мягкая Карга (о. Байкал). Особое внимание уделено анализу ветро-волновых факторов и изменению положения уровня водоема в связи с созданием и эксплуатацией Иркутского водохранилища. В историческом аспекте существования оз. Байкал выделены различные этапы по характеру уровня режима. Дан качественный анализ динамики абразионно-аккумулятивных процессов, и сопутствующих экзогенных процессов — термокарста, заболоченности, формирования эоловых полей на побережье. Установлено, что Чивыркуйский залив и перешеек Мягкая Карга являются результатом сочетания эндогенных и экзогенных процессов. Активная сейсмичность района, блоковое строение и тектонические движения в сочетании с геолого-гидрогеологическими и криогенными условиями предопределили современное экзогеоэкологическое состояние исследуемой территории.

### Введение

Природная геосистема Байкальского региона — очень хрупкая структура. Большинство уникальных природных объектов региона формировалось в течение нескольких тысяч лет и предстало для человека в прекрасном эстетическом виде. Жители и гости региона ценят этот край за его уникальность, первозданность и некую первобытность. Все эти бесспорные достоин-

---

\* Институт земной коры СО РАН, ул. Лермонтова 128, 664033 Иркутск, Россия.

\*\* Силезский университет, Факультет наук о Земле, ул. Бендзинска 60, 41-200 Sosnowiec, Польша.

ства необходимо сохранить и умело сочетать с растущей техногенной нагрузкой, поскольку интерес к побережью озера с каждым годом возрастает.

Береговая зона Байкала интенсивно осваивается, мелководные заливы и живописные мысы привлекают предпринимателей и туристов. Однако с геологической точки зрения береговые склоны продолжают развиваться по законам природы, а техногенный фактор в большинстве случаев активизирует унаследованные экзогенные геологические процессы, трансформирует и преобразует существующие формы и явления. Экзогенные геологические процессы являются индикаторами состояния локальной геосистемы, динамика которых отражает развитие системы в пространстве и во времени, позволяя осуществить прогноз ее развития. Наиболее значимым техногенным фактором в развитии берегов о. Байкал явилось поднятие уровня воды в водоеме на 1,2 м в связи с наполнением Иркутского водохранилища. Это отразилось на развитии многих экзогенных процессов, произошло затопление и подтопление пониженных прибрежных и дельтовых участков, изменение водного режима мелководных заливов.

## **Общая характеристика объекта исследований**

Чивыркуйский залив расположен на восточном берегу о. Байкал (рис. 1; фот. 1, 2). В настоящее время площадь залива составляет около 300 км<sup>2</sup>. Ширина залива, в силу изрезанности береговой линии колеблется от 8 до 12 км. Протяженность Чивыркуйского залива с севера на юг около 27 км. Вода в летний период хорошо прогревается, достигая в начале августа температуры +19...+23°C.

В геологическом отношении восточные и западные береговые склоны залива сложены интрузивными позднепротерозойскими породами баргузинского комплекса, представленные разномасштабными гранитоидами (граниты, сиениты). В истоке залива расположен низменный заболоченный перешеек Магкая Карга, соединяющий полуостров Святой Нос с восточным берегом озера, сложенный толщей четвертичных отложений (галечник, песок, суглинки, глины, торфяники) (рис. 1, 2; фот. 1). Рыхлые отложения представлены различными генетическими типами: ледниковые и водно-ледниковые (озерные и речные), аллювиально-пролювиальные, аллювиальные, озерные, озерно-болотные, делювиальные и эоловые отложения (*Геологическая карта СССР, 1965*).

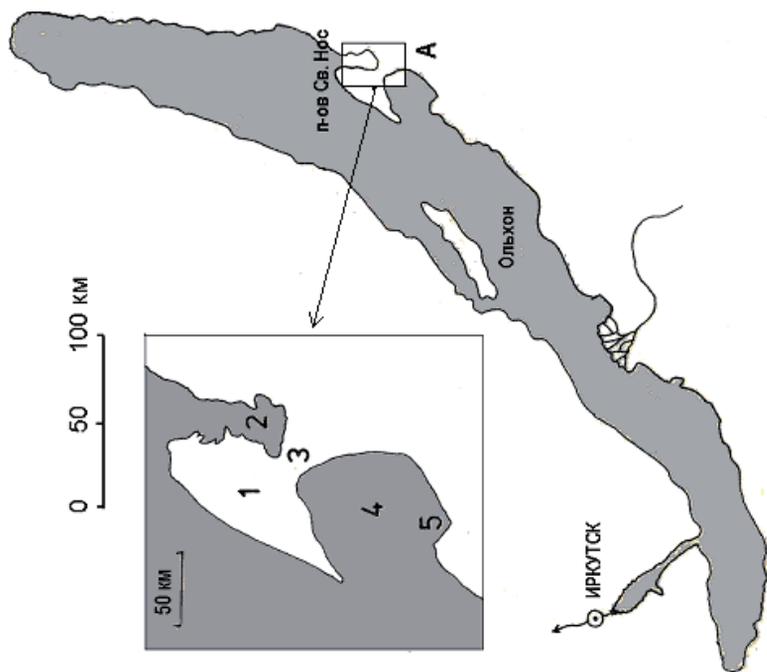
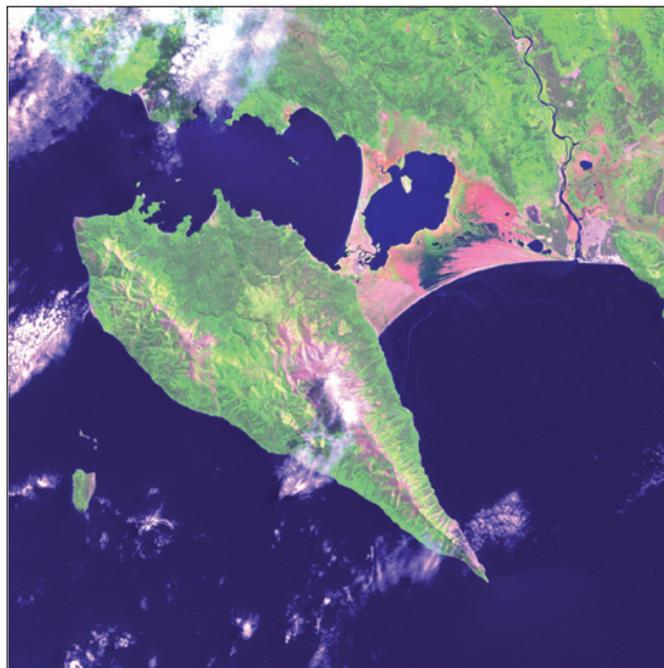


Рис. 1. Местоположение исследуемой территории:

1 — полуостров Святой Нос, 2 — Чивыркуйский залив, 3 — перешеек Мягкая Карга, 4 — Баргузинский залив, 5 — губа Максимиха

Rys. 1. Lokalizacja obszaru badań:

1 — Półwysep Świętoj Nos, 2 — Zatoka Czzywuckijska, 3 — przesmyk Miagkaja Karga, 4 — Zatoka Barguzińska, 5 — Zatoka Maksimicha



Фот. 1. Полуостров Святой Нос, Чивыркуйский залив и перешеек Мягкая Карга (<http://www/geo1.irk.ru>)

Fot. 1. Półwysep Świętoj Nos, Zatoka Czzywuckijska i przesmyk Miagkaja Karga (<http://www/geo1.irk.ru>)

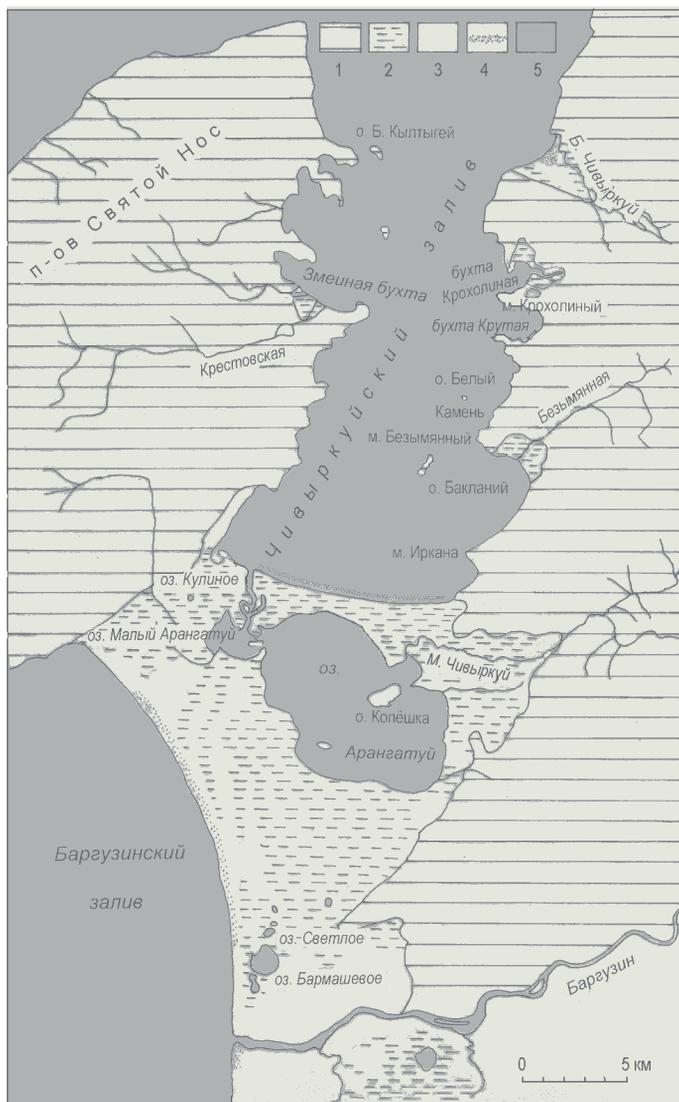


Рис. 2. Основные топографические элементы Чивыркуйского залива и его окрестностей:  
 1 — горные склоны, 2 — заболоченные территории, 3 — низменные незаболоченные территории,  
 4 — песчаные гряды, 5 — водоемы

Rys. 2. Główne elementy topograficzne Zatoki Cziwyrkujskiej i jej sąsiedztwa:  
 1 — stoki górskie, 2 — obszary zabagnione, 3 — nizinne obszary niezabagnione, 4 — wały piaszczyste,  
 5 — zbiorniki wodne

В пределах Чивыркуйского залива сложился особый локальный ветровой режим. Преобладают ветра вдоль оси залива, которые связаны как с местными условиями, так и с формированием общесиноптических процессов.

Здесь преобладают северные ветра — ССВ, ССЗ направления, со скоростью от 4 м/с с 50% обеспеченностью до 11 м/с для ветров с 0,1% обеспеченностью. Ветер, проникая в залив с севера, создает соответствующие волновые и дрейфовые течения (Фиалков, 1983). По характеру действия на водную массу подразделяют волны на нагонные (СЗ и СВ) и сгонные (ветры от ЮЗ до ЮВ). Сгонно-нагонные колебания в заливе незначительны. При наиболее сильных ветрах ССЗ направления величина нагонов в северной части залива не превышает 7 см (Знаменский и др., 1977).



Фот. 2. Чивыркуйский залив — вид на горы Святого Носа (фот. Т. Щипек)

Fot. 2. Zatoka Cziwyrkujska — widok na góry Półwyspu Swiatoj Nos (fot. T. Szczypek)

В Чивыркуйском заливе 7 островков: Большой Бакланий, Большой Кылтыгей, Малый Кылтыгей, Белый Камень, Святой Елены, Покойницкий Камень и Коврижка. Первые четыре острова являются памятниками природы. Самый крупный остров — Большой Бакланий. Все острова объявлены заповедными зонами Забайкальского национального парка, и доступ на них ограничен. Свое нынешнее название залив получил по названию реки Большой Чивыркуй, впадающей в него в северной части, а река — от эвенкийского слова „чивир” — извиваться, двигаться, шевелиться.

## Методы

При исследовании участка и оценки современного экзогеодинамического состояния выполнен анализ фондового и опубликованного материала, использовался метод дешифрирования материалов аэрофотосъемок выполненных в разные годы, в том числе и материалы А.А. Rogozina, хранящиеся в фондах Института земной коры СО РАН. По результатам дешифрирования аэрофото материалов 1951 года, восстановлено очертания береговой линии перешейка Мягкая Карга и Чивыркуйского залива. Следующий этап аэрофотосъемки береговой зоны был выполнен в 1962 году, после наполнения Иркутского водохранилища и в первый этап эксплуатации водоема. Используются картографические материалы: геологическая карта 1 : 200 000 с пояснительной запиской, топографические карты и планы 1 : 100 000 и 1 : 50 000. Особое внимание уделялось динамике развития экзогенных геологических процессов береговой зоны и перешейка, таких как абразия, аккумуляция, эоловый перенос, развитие заболоченности и изменение гидрологических характеристик в связи с поднятием уровня.

## История формирования перешейка Мягкая Карга

Озеро Байкал — одно из древнейших озер мира, возраст его существования около 25 млн. лет. Впадина озера является составной частью Байкальской рифтовой зоны, которая признана во всем мире как тектонотип континентальных рифтовых структур (Мац, Лобацкая, Хлыстов, 2005). Сейсмичность Байкальского рифта обусловлена активными движениями по разломам и на современном этапе развития, по геолого-структурным данным выявлено, что поле напряжений Байкальского рифта характеризуется условиями растяжения в ее центральной части и сдвиговыми режимами на фланге (Лухнев и др., 1999). В результате тектонических проявлений исторического прошлого образовалась впадина самого оз. Байкал, состоящего из южной, средней и северной котловин, подводных каньонов, хребтов, трещин и трещинных зон. От мыса Валуван восточного склона оз. Байкал, Чивыркуйский залив, п-ов Святой Нос, Ушканьи острова ограничивают Причивыркуйскую впадину, глубина которой в основной акватории достигает 750 м. В сопредельном Баргузинском заливе выражены две ступени, разделенные крутым сбросовым уступом. С южной стороны залива есть углубление — Максимилинская котловина (*Инженерная геология Прибайкалья*, 1968). В результате сейсмотектонических явлений Святой Нос в геологическом прошлом являлся

островом, отделенным от восточного берега Чивыркуйско-Баргузинским проливом. В четвертичное время происходило заполнение пролива донными осадками, поскольку Святой Нос служил непропуском рыхлых отложений. На современном этапе развития восточному побережью байкальской впадины присущи небольшие уклоны подводного склона, в среднем 7—10°. Подводный склон против устья рек Баргузин (впадающей в Баргузинский залив) и Большой Чивыркуй (впадающей в Чивыркуйский залив) перекрыт мощной толщей рыхлых отложений. По данным Е.К. Гречищева и А.В. Пинегина (*Инженерная геология Прибайкалья*, 1968) в современных условиях твердый сток реки Баргузин составляет 0,18 млн. т/год, а в периоды теплого, влажного климата межледниковья вынос материала мог быть еще большим.

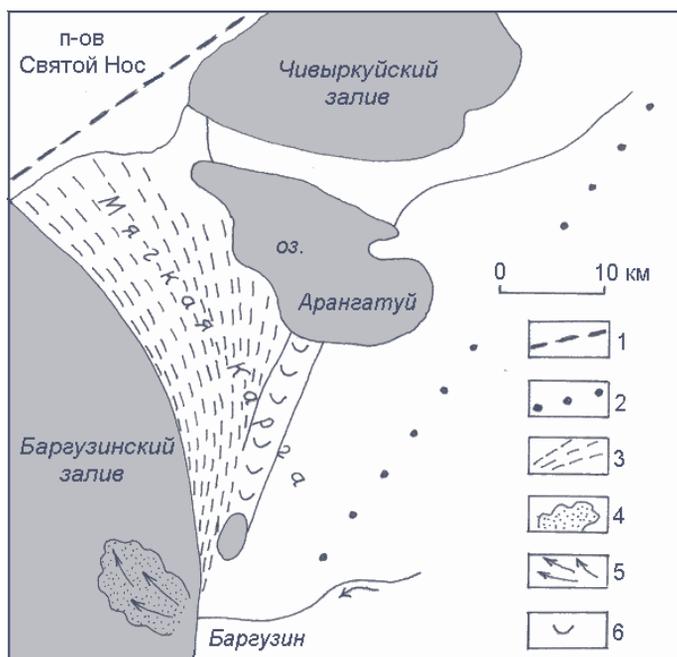


Рис. 3. Геоморфологическая схема перешейка Мягкая Карга (по Дмитриеву, 1968 — измененное):

1 — линия юго-восточного берега острова палео-Святой Нос, 2 — линия восточного берега палео-Байкала, 3 — линии направлений древних береговых валов, 4 — области современного подводного скопления песков — подводные отмели, 5 — направления течения водных струй у устья р. Баргузин, 6 — зона развития криогенных форм рельефа

Рис. 3. Schemat geomorfologiczny przesmyku Miagkaja Karga (wg Dmitrijewa, 1968 — zmienione):

1 — linia południowo-wschodniego brzegu wyspy paleo-Swiatoy Nos, 2 — linia wschodniego brzegu paleo-Bajkału, 3 — kierunki przebiegu starych wałów brzegowych, 4 — obszary współczesnej podwodnej akumulacji piasków — podwodne mielizny, 5 — kierunki przemieszczania się strug wody przy ujściu rzeki Barguzin, 6 — strefa rozwoju kriogenicznych form rzeźby

Мягкая Карга — это самое широкое поле береговых валов на Байкале (Рогозин, 1993). Валы расходятся веерообразно, и их количество по данным разных источников колеблется от 100 до 270 штук (рис. 3, фот. 1). Береговые валы на Мягкой Карге отличаются близкими высотами над уровнем озера, что свидетельствует о отсутствии тектонического понятия участка в период их формирования (Дмитриев, 1968). В начальной стадии валы формировались со стороны Баргузинского залива, примкнув к небольшому валу, образовавшемуся со стороны Чивыркуйского залива у юго-восточного склона п-ова Святой Нос. В.В. Ламакин (1968, с. 63) говорит о формировании рельефа перешейка потоком наносов: „Осадки набиты сюда волнами от юго-западных ветров, так называемых култуков, которые отличаются большой силой и частой повторяемостью. Песчаный материал приносится в большом количестве рекой Баргузин и подхватывается на берегу озера волнами, которые относят его к северу, наращивают перешеек”. Важен вклад последнего, сартанского оледенения в морфологию поверхности. Оз. Арангатуй, оз. Бармашевое (фот. 3), полоса округлых озер обязаны своим происхождением криогенным процессам конца ледникового периода. Термокарстовая лагуна сформировалась, по-видимому, в начале голоцена, когда на месте современных отдельных озер существовали гидролакколиты. По положению подводных валов, их высотам при дешифрировании аэро- и космоснимков, А.А. Рогозиным (1993) установлено, что произошло изменение уровня палео-Байкала в результате опускания суши. Во время опускания части перешейка, в подводной части участка появились термальные источники, что и привело к деградации мерзлоты. Разгрузка термальных вод происходит в бухте Змеиная западного побережья Чивыркуйского залива, минеральных источников — в районе перешейка Мягкая Карга и на восточном побережье Чивыркуйского залива. Вода источника (температурой +44°C) в Змеинной бухте (фот. 4) гидрокарбонатно-сульфатно-натриевая, общая минерализация ее 0,5 г/л, с запахом и привкусом сероводорода. Геохимические особенности вмещающих гранитов отразились на составе гидротерм, приуроченных к пересекающим глубинным разломам. На Баргузинско-Чивыркуйском перешейке расположены азотные термы грифонов Кулинных болот с повышенным содержанием сероводорода, разгружающиеся в основном в четвертичных отложениях, перекрывающих коренные породы (Трошин и др., 2008). В зимний период во льду залива отмечают обширные поля пропарин. Распространение очагов разгрузки термальных вод приурочено к зонам регионального разлома северо-восточного простирания и оперяющих разрывов. О широком распространении гидротермального поля свидетельствует своеобразие гидрологического режима рек (высокая величина стока в зимний период) и химический состав воды многочисленных озер на перешейке (Писарский, Оргильянов, 1998).



Фот. 3. Восточный берег оз. Бармашево (фот. Т. Щипек)

Fot. 3. Wschodni brzeg jeziora Barmaszewoje (fot. T. Szczupek)



Фот. 4. Змеиня бухта — общий вид (фот. Т. Щипек)

Fot. 4. Zatoka Żmijowa — widok ogólny (fot. T. Szczupek)

Таким образом, Магкая Карга образовалась в результате сеймотектонических процессов и благодаря наполнению осадочными отложениями Баргузинско-Чевыркуйского пролива в течение миоцен-плиоцен-четвертичного времени. В дальнейшем на территории преваляировали экзогенные геологические процессы, в том числе и криогенные. В настоящее время поверхность перешейка состоит из серии разновременных вдольбереговых валов, разделенных между собой межваловыми понижениями, которые заболочены и при повышении уровня могут затапливаться. Современная разломно-блоковая структура участка достаточно сложная. В районе Святого Носа расположен один из активных разломов Байкальской рифтовой системы, с самым высоким индексом сейсмичности — более 1 (Шерман, Савитский, 2005). На карте геологического строения Байкала отмечены разломы, расположенные под акваторией оз. Байкала, протягивающиеся в северо-восточном направлении, оперяющие главный разлом трещины и тектонические зоны. Сейсмичность территории достигает 10—11 баллов (*Байкал. Атлас*, 1993). Исследуемая территория (Чивыркуйский залив и обрамление, перешеек Мягкая Карга) состоит из серии блоков, которые претерпевают современные тектонические подвижки.

## Положение уровня воды оз. Байкал

До создания Иркутской ГЭС, в естественных условиях уровень озера с весны до осени повышался, с поздней осени до весны понижался. За 60-летний период детальных наблюдений (1899—1958 гг.) минимум уровня в 98% случаев приходился на апрель. Максимальная интенсивность понижения уровня оз. Байкал приходилась на декабрь. За период естественного режима максимум уровня наблюдался в 1932 году и достигал абс. отм. в 456,8 м, а минимум — в 1904 г. (454,83 м) (рис. 4).

Создание Иркутского гидроузла на Ангаре вызвало подъем уровня озера Байкал на 1,2 м, что привело к существенным негативным последствиям, в том числе значительно сказалось и на геоэкологии побережья, так как произошла активизация многих экзогенных геологических процессов (Вика и др., 2006). Амплитуда годовых колебаний уровня уменьшилась, но в многолетнем разрезе — увеличилась. В отдельные периоды (1962—1963, 1973—1974, 1988—1989) уровень достигал самых высоких отметок за последние 200 лет (рис. 5).

Временные снижения уровня, особенно в 1971—1972 и 1975—1982 гг. приостанавливало активную абразию берегов, и ее интенсивность значительно снижалась. Однако, необходимо подчеркнуть, что все береговые экзо-

генные процессы ритмично активизируются в периоды очередного подъема уровня, достигая максимальных значений при высоких уровнях, превышающих НПП водохранилища на 0,2—0,3 м, особенно осенью во время штормов и ветроволнового нагона. Нормальный подпорный горизонт (НПП) Иркутского водохранилища по правилам эксплуатации 1964 года составляет 456,59 м абс.

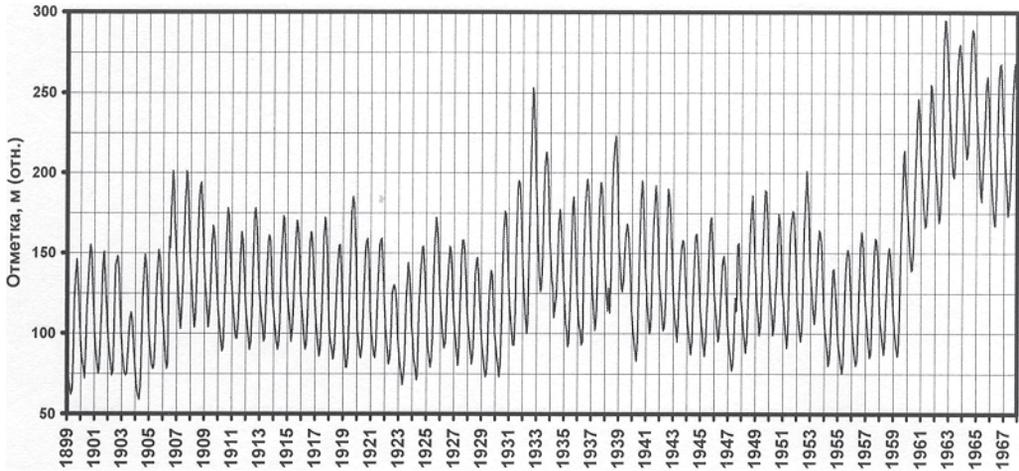


Рис. 4. Колебание уровня воды оз. Байкал за период 1899—1967 гг.

Rys. 4. Wahania poziomu wody w Bajkale w latach 1899—1967

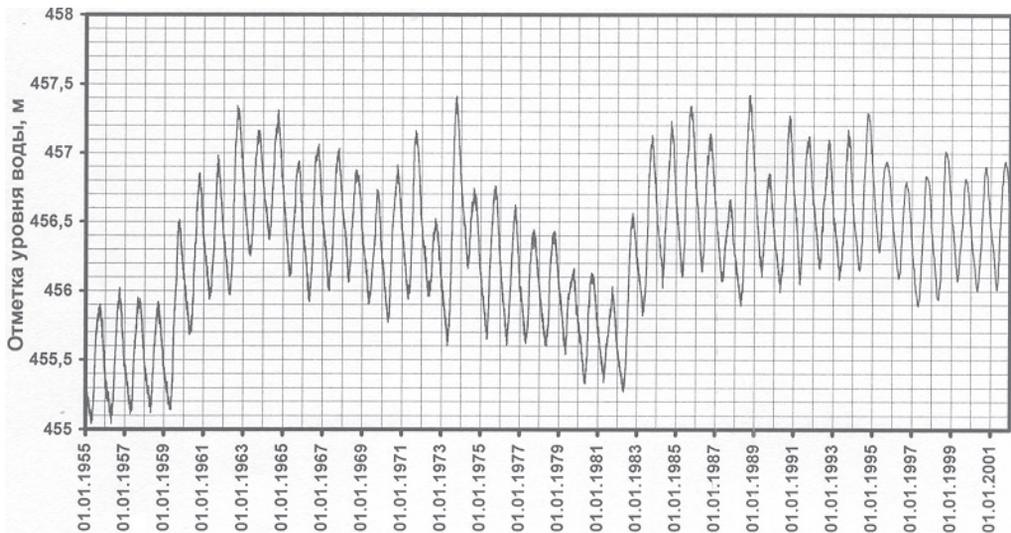


Рис. 5. Колебание уровня воды оз. Байкал в период 1955—2001 гг.

Rys. 5. Wahania poziomu wody w Bajkale w latach 1955—2001

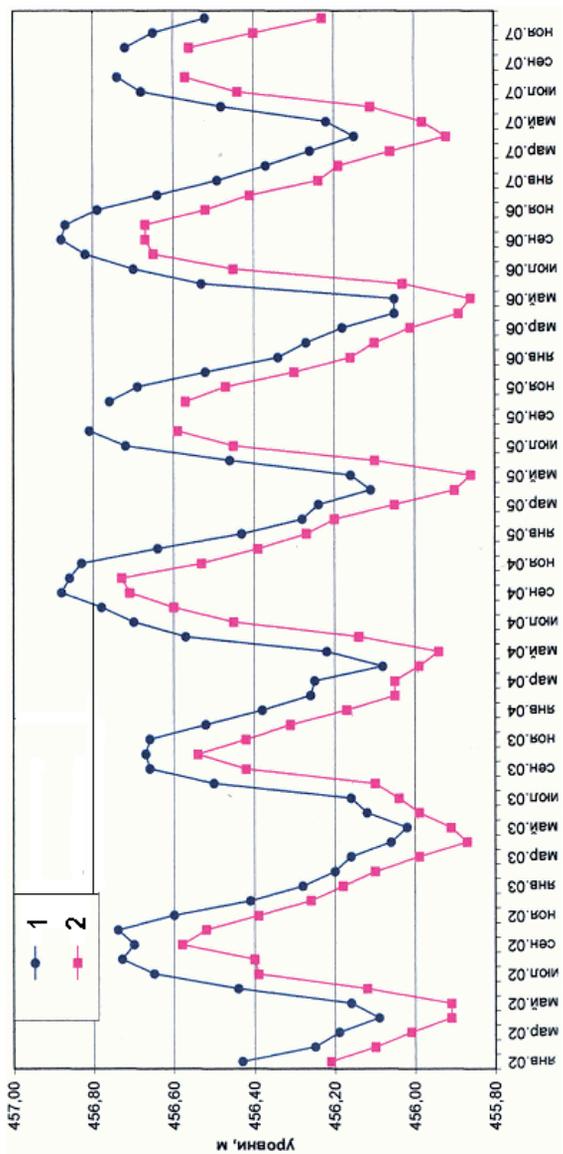


Рис. 6. Колебание уровня воды оз. Байкал в период 2002—2007 гг. (данные Иркутского ЦГМС — измененно):  
**1** — максимальные значения, **2** — минимальные значения

Rys. 6. Wahanie poziomu wody w Bajkale w latach 2002—2007 (wg danych Irkuckiego CGMS — zmienione):  
**1** — wartości maksymalne, **2** — wartości minimalne

В марте 2001 года Постановлением правительства Российской Федерации были определены предельные значения уровня озера при осуществлении хозяйственной и иной деятельности. Отметки уровня были установлены: минимальная 456 м абс., максимальная 457 м абс. (в Тихоокеанской системе высот). Изменение уровня озера происходит в пределах одного метра (рис. 6). Как показала действительность, соблюдение этого Постановления привело к определенной стабилизации абразионной деятельности.

## **Экзогеодинамическое состояние исследуемой территории**

Залив Чивыркуй представляет собой мелководную гавань с множеством глубоких уютных бухточек. Залив с востока ограничен отрогами Баргузинского хребта, с запада — горными вершинами Святого Носа. Расположение в береговой зоне высокопрочных кристаллических пород предопределило положение практически не размываемых берегов. Чисто абразионные берега имеют ограниченное распространение, встречаются в пределах глубоко выступающих в залив мысов. Такой тип берега считается денудационно-абразионным (*Динамика берегов...*, 1976). Геоморфологические условия, высокая прочность коренных пород и медленное образование делювиального слоя предопределили незначительную динамику абразионного процесса. На основе анализа разновременных аэрофотоснимков (1951 и 1962 гг.) установлено, что за 11 лет изменений береговой линии бровки залива не произошло, отступления бровки берега вглубь склона не фиксируются.

Поднятие уровня сказалось на увеличении глубин Чивыркуйского залива. Батиметрическая картина такова, что в большей части залива расположены пологие берега. Глубина в прибрежной зоне до 5 м, только в центральной части она составляет 10 м, а ближе к основной акватории Байкала и примыканию к Причивыркуйской впадине достигает 40 м (рис. 7).

Большая часть береговых склонов Чивыркуйского залива относится к аккумулятивно-абразионному типу, где аккумулятивная или абразионная составляющая может превалировать одна над другой в зависимости от положения уровня. Поперечный профиль прибрежной зоны имеет вогнутый профиль, с уклонами до 3°. По законам гидродинамики береговая зона с уклоном менее 3° условно называется устойчивой и образованные наносами волнового поля аккумулятивные формы остаются устойчивыми при данном уровне (Зенкович, 1962). Исследованиями Ф.А. Фиалкова (1983), изучающего течения береговой зоны озера Байкала установлено, что сред-

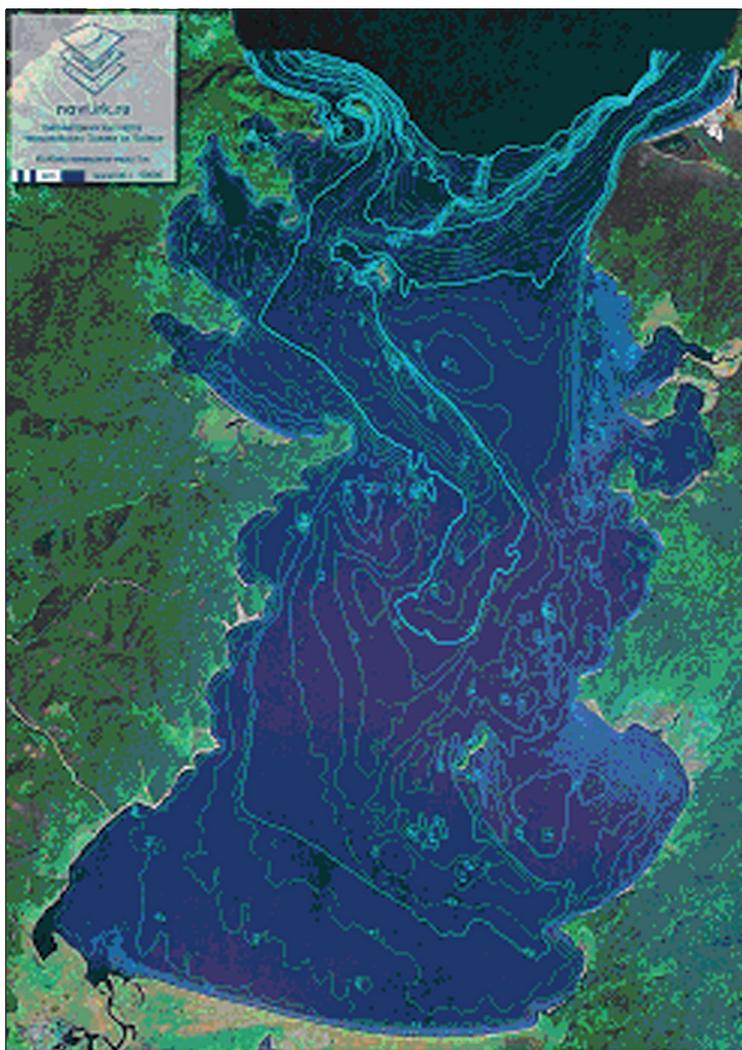
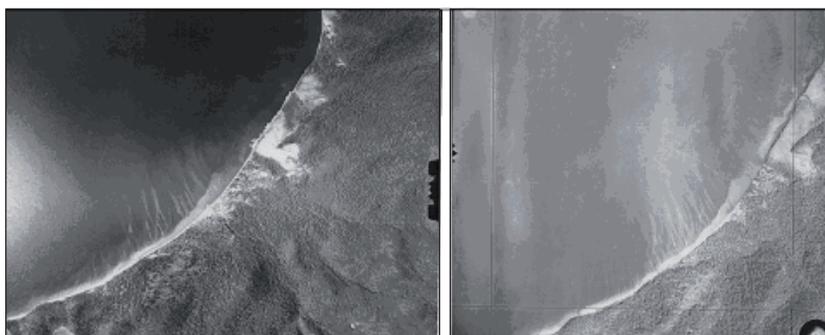


Рис. 7. Батиметрическая карта-схема Чивыркуйского залива (<http://navi.baikalexpedition.ru>)

Rys. 7. Schemat batymetrii Zatoki Cziwyrkujskiej (<http://navi.baikalexpedition.ru>)

няя ширина прибрежной зоны Чивыркуйского залива составляет 1360 м, площадь — 136 км<sup>2</sup>, глубина на внешнем крае — 10—14 м. Средний уклон в зоне забурунивания (внешний край аккумулятивной террасы) составляет 2,86°, в прибрежной зоне — 0,54°. Глубина на внешнем крае соответствует 1%-ной волновой базе при режимной обеспеченности волнения 0,1%, а при 50%-ной волновой базе и режимной обеспеченности 50% глубина соответствует 1,1—2,2 м.

Таким образом, наиболее часто повторяющиеся ветра и вызванные ими волнения воздействуют на поверхность аккумулятивной террасы на глубинах до 2 м, происходит орбитальный захват средних и мелких частиц песка и его перераспределение, транспортировка к внешнему краю аккумулятивной террасы. Подводные аккумулятивные формы чутко реагируют на любые изменения уровня водоема и активно перестраиваются в пределах залива к условиям нового уровневого режима. С момента поднятия уровня в 1958 года и до 2001 года происходило переформирование аккумулятивных форм, трансформация и перераспределение материала. С 2001 года, когда колебание уровня находится в пределах 1 м, аккумулятивные процессы преобладают над абразионными. При дешифрировании аэрофотоматериалов отчетливо прослеживается тенденция образования стабильных подводных валов (мыс Безымянный, мыс Иркана), происходит увеличение ширины подводной отмели. По данным буйковых станций выделяется система преобладающих течений, которая определяет циклоническую циркуляцию в заливе. Местная циклоническая циркуляция соответствует общей циркуляции оз. Байкал, создающей в районе Чивыркуйского залива течение, направленное на север. Проходя вдоль восточного склона озера, ветвь общей циркуляции проникает в залив вдоль западного берега и выходит из него вдоль восточного (Знаменский и др., 1977). Зафиксированные на аэрофотоснимках аккумулятивные валы имеют С и СЗ простирание и согласуются с преобладающими течениями и динамикой водных масс (фот. 5).



А

Б

Фот. 5. Аэрофотоснимки береговой зоны. Подводные аккумулятивные формы:  
А — 1951 г., Б — 1962 г.

Fot. 5. Zdjęcia lotnicze strefy brzegowej. Podwodne formy akumulacyjne:  
А — 1951 г., Б — 1962 г.

По восточному берегу залива расположены песчаные поля, длинные оси которых имеют ЮВ простирание. Анализ результатов дешифрирования разновременных аэрофотосъемок показал стабильность форм, отсутствие изме-

нений в площадном распространении формы. Отложение песчаного материала связано с эоловым переносом составляющей, захватываемый ветром с пляжной зоны залива. Очаги развевания имеют форму ложин и котловин, часто с останцами первичной поверхности высотой до 3 м. Движущиеся пески слагают дюны, кучевые бугры, располагающиеся сразу за местом выноса. Поверхности, покрытые чехлом сыпучих песков, имеют убывающую по мере удаления от места выноса мощности от 1,0 м до 0,1—0,2 м (*Инженерная геология Прибайкалья*, 1968). Дальность переноса песков по восточному склону Чивыркуйского залива достигает 500 м в глубину склона и ограничивается лесными массивами.

Повышение уровня привело к затоплению и подтоплению дельтовых участков небольших рек, впадающих в Чивыркуйский залив. Аккумулятивные формы в приустьевых участках сформировались в результате гидродинамического взаимодействия реки и вод озера, это способствовало образованию кос и пересыпей „блокирующих” дельту. В весенне-летний период при низком положении уровня территория оказывается осушенной, хорошо прогревается и покрывается водно-болотной растительностью. С повышением уровня во второй половине лета она затапливается, растительный покров отмирает и в лагунах накапливается биогенный материал, происходит формирование торфяников. Река в виде узких протоков прорезает береговой вал, однако, разгрузка речного стока может происходить и в виде фильтрации через береговой вал (*Динамика берегов...*, 1976). Участки, с таким генезисом заболоченности, отмечены в дельтах рек Большой Чивыркуй, Безымянная и Крестовская. Мыс Катунь (западный берег Чивыркуйского залива) представляет собой двойную перемычку сформированную из материала противоположенных потоков наносов. Перемычка подпрудила ручей и между береговыми валами, образующими перемычку возникло болото.

Унаследованная заболоченность в бухтах Крутая и Крохалиная — результат формирования берега в условиях колебания уровня, связанного с неотектоникой района. Мыс Крохалиный причленен к материковому берегу перемычкой, ширина которой в настоящее время достигает 300 м. В историческом развитии активные вдольбереговые потоки повышенной мощности и продолжительная аккумуляция привели к формированию двойного берегового вала в бухте Крохалиной. Заполнились вершины бухт, образовались береговые валы, впоследствии межваловые понижения и вершины заливов оказались заболочены (Рогозин, 1993). При повышении уровня происходит затопление отдельных дельтовых участков рек и подтопление прилегающей территории. Так при повышении уровня выше НПП до отметки в районе 457 м оказываются затопленными водами озера часть долины рек Большой Чивыркуй, низменная и заболоченная часть бухты Крохалиная, устье реки Безымянная. Происходит подтопление части устья реки на мысе Катунь и низменных участков бухты Крестовская.

На юге залива находится низменный заболоченный участок — перешеек Мягкая Карга, способствующий развитию аккумулятивного и биогенного типов берега. Поднятие уровня в связи с формированием Иркутского водохранилища привело к тому, что устье Малого Чивыркуя превратилось в заболоченное мелководье (см. рис. 2), где глубина затопляемых участков за период эксплуатации Иркутского водохранилища достигала 0,9 м. Фактически весь перешеек в связи с поднятием уровня оказался подвержен развитию интенсивной заболоченности (фот. 6), поскольку даже при НПГ низменные участки подтоплены. Весь перешеек Мягкая Карга вплоть до Баргузинского залива представляет собой болотистую низменность, где к осени происходит повышение уровня и циклическое затопление и подтопление территории. Заболоченные участки имеют абс. отметки 455,3 м в районе оз. Светлое, 456,6 м — протока Бартуй, 455,9 м — берег оз. Малый Арангатуй.



Фот. 6. Заболоченные пространства перешейка Мягкая Карга (фот. Т. Щипек)

Fot. 6. Zabagnione obszary przesmyku Miagkaja Karga (fot. T. Szczypek)

Низменные пространства перешейка со стороны Чивыркуйского залива и в устьях рек Баргузин, Малый Чивыркуй превратились в сплывины. Образовались протоки, заводи, в следствии подтопления лес на береговых валах засох. Затопленными оказались большие площади сенокосных угодий. Произошли размывы прибрежных песчаных валов и террас со стороны Баргузинского залива (Агафонов, 1975). На аэрофотоснимках отмечаются зоны с повышенным увлажнением (затемненные поверхности — см. фот. 1), заболоченные участки, а некоторые участки просто затоплены и превратились

в часть озер. После сооружения Иркутской ГЭС и подъема уровня воды в Байкале в оз. Арангатуй исчез остров Чаячий, на котором гнездилась крупная колония сизых чаек. С подъемом уровня погибли известные березняки на „Большой Карге” и „Черемшанке”, где гнездились цапли. Численность птиц на перешейке резко сократилась после изменения уровня (Моложников, 1974). Малый и Большой Арангатуй слились в единое озеро. Полуостров Копёшка отчленился от берега и превращен в остров.

Современные гидрологические условия перешейка Мягкая Карга достаточно сложные. Небольшие минеральные озера и заболоченность территории имеют смешанное водное питание: атмосферное, фильтрационно-поточное и за счет разгрузки подземных вод. На Баргузинско-Чивыркуйском перешейке существует группа озер, расположенных по линии новейших, современных разломных зон и опусканий. Озера приурочены к узлам пересечения субмеридиональных и северо-восточных разломов, по которым происходит подток глубинных вод, на глубинность которых указывает проявление сероводорода, высокое содержание кремнезема в донных отложениях озер Бармашево и Малое. На Кулинных болотах расположена серия грифонов, вокруг которых появились минеральные озера, распространение болотной растительности, накопление массы минерального вещества, развитие кочкарника и др. (Дзюба и др., 2002).

На перешейке Мягкая Карга активно проявляются мерзлотные процессы. Следует отметить, что на участке наблюдается островное распространение многолетнемерзлых пород мощностью до 30 м, температурой от  $-0,2^{\circ}\text{C}$  до  $-0,5^{\circ}\text{C}$  (*Инженерная геология Прибайкалья*, 1968). Широко развиты многие мерзлотные процессы: морозобойное растрескивание, бугры пучения, гидролакколиты, современный термокарст.

## Выводы

Чивыркуйский залив и перешеек Мягкая Карга является результатом сочетания в развитии территории эндогенных и экзогенных процессов. Активное проявление современных экзогенных процессов предопределено геолого-геоморфологическими условиями среды территории.

Формирование уникальных аккумулятивных форм результат многовековой ветро-волновой деятельности. Интенсивность развития эоловых процессов на побережье определяется локальными геоморфологическими, общими климатическими и ветровыми условиями. Одним из интереснейших вопросов современного развития рельефа береговой зоны восточного побережья оз. Байкал является существование и эволюция в сложившихся

условиях перешейка Мягкая Карга, прошедшего сложную и насыщенную историю формирования. Совместное влияние на развитие осушенной территории и мелких озер перешейка оказали сеймотектонические явления, деградация многолетней мерзлоты и антропогенная деятельность. Повышение уровня оз. Байкал в связи с созданием Иркутского водохранилища привело к перестройке гидрологических и экзогеодинамических условий исследуемого участка. Прогрессирующему развитию болот способствуют современные тектонические движения, связанные с дифференцированным опусканием территории, циклические техногенные колебания уровня, затрудненный дренаж подземных вод, и явления, обусловленные деградацией многолетнемерзлых пород.

Формирование аккумулятивных форм, различных типов берегов Чивыркуйского залива, развитие экзогенных процессов позволяет разработать модель эволюции территории и составить представление о дальнейшей ее трансформации. Дополнительные комплексные натурные исследования прольют свет на механизмы взаимодействия выше перечисленных групп процессов. Чивыркуйский залив и перешеек Мягкая Карга являются уникальным объектом для исследований и наблюдений за развитием современных рельефообразующих процессов. Дальнейшие исследования помогут разработать предложения по рекреационному освоению побережья, поскольку эта территория привлекательна для туристов, однако имеет сложные для освоения инженерно-геологические условия.

## Литература

- Агафонов Б.П., 1975: Распространение и прогноз физико-географических процессов в Байкальской впадине. В: Динамика Байкальской впадины. Новосибирск, Наука, с. 59—138.
- Байкал. Атлас. 1993. Москва, Федеральная служба геодезии и картографии России, 160 с.
- Вика С., Козырева Е.А., Тржцинский Ю.Б., Щипек Т., 2006: Остров Ярки на Байкале — пример современного преобразования ландшафтов. Иркутск—Сосновец, ИЗК СО РАН, Факультет наук о Земле Силезского университета, 69 с.
- Геологическая карта СССР. М 1 : 200 000, Серия Прибайкальская. Лист N-49-XX. Объяснительная записка. 1965. Москва, Недра, 56 с.
- Динамика берегов озера Байкал при новом уровне режиме. 1976. Москва, Наука, 88 с.
- Дмитриев Г.Л., 1968: История осадконакопления на перешейке полуострова Святой Нос (Байкал). В: Мезозойские и кайнозойские озера Сибири. Москва, с. 89—97.
- Дзюба А.А., Кулагина Н.В., Абидуева Т.И., Черных А.Л., 2002: Минеральные озера Баргузинско-Чивыркуйского перешейка. География и природные ресурсы, 2, с. 61—68.
- Зенкович В.П., 1962: Основы учения о развитии морских берегов. Москва, АН СССР, 710 с.
- Знаменский В.А., Дворников В.Г., Чегуров Ю.Б., Грек Л.С., 1977: Гидрология и динамика Чивыркуйского залива оз. Байкал. В: Режим и исследования озер и водохранилищ.

- Труды Государственного ордена Трудового красного знамени Гидрологического института. Вып. 246. Ленинград, Гидрометеоздат, с. 19—33.
- Инженерная геология Прибайкалья. 1968. Москва, Наука, 188 с.
- Ламакин В.В., 1968: Неотектоника Байкальской впадины. Москва, Наука, 247 с.
- Лухнев А.В., Саньков В.А., Мирошниченко А.И., Леви К.Г., 1999: Применение спутниковой геодезии GPS технологии в исследованиях современной геодинамике Байкальского рифта. В: Геология на пороге третьего тысячелетия. Труды конференции. Иркутск, ИрГТУ, с. 176—185.
- Мац В.Д., Лобацкая Р.М., Хлыстов О.М., 2005: Специфика разрастания континентальных рифтов за счет преобразования морфоструктур бортовых разломов (на примере Байкальской впадины). В: Современная геодинамика и опасные процессы в Центральной Азии. Материалы Всероссийского совещания. Иркутск, ИЗК СО РАН, с. 44—49.
- Моложников В.Н., 1974: Полуостров Святой Нос и Чивыркуйское семиостровье (состояние экосистем и вопросы охраны их животных компонентов). В: Природа Байкала. Ленинград, с. 254—267.
- Писарский Б.И., Оргильянов А.И., 1998: Чивыркуйская гидрогеохимическая аномалия на оз.Байкал. В: Водные ресурсы Байкальского региона: проблемы формирования и использования на рубеже тысячелетий. Материалы научно-практической конференции. Иркутск, с. 59—61.
- Рогозин А.А., 1993: Береговая зона Байкала и Хубсугула. Новосибирск, Наука, 168 с.
- Трошин Ю.П., Ломоносов И.С., Брюханова Н.Н., 2008: Условия формирования рудно-геохимической специализации современных гидротерм Байкальской рифтовой зоны. Геология и геофизика, 49, 3, с. 226—234.
- Фиалков В.А., 1983: Течения прибрежной зоны озера Байкал. Новосибирск, Наука, 191 с.
- Шерман С.И., Савитский В.А., 2005: Количественный индекс сейсмичности разломов как индикатор их современной активности. В: Современная геодинамика и опасные процессы в Центральной Азии. Материалы Всероссийского совещания. Иркутск, ИЗК СО РАН, с. 301—305.
- <http://navi.baikalexpedition.ru>  
<http://www/geol.irk.ru>

Jurij B. Trzcinskij, Elena A. Kozyriewa, Tadeusz Szczypek

## WSPÓLCZESNY STAN EGZOGEOEKOLOGICZNY ZATOKI CZIWYRKUJSKIEJ I PRZESMYKU MIAGKAJA KARGA (BAJKAŁ)

### Streszczenie

W artykule omówiono rozwój wybrzeża Zatoki Cziwyrkujskiej i przesmyku Miagkaja Karga na Bajkale. Szczególną uwagę poświęcono analizie oddziaływania wiatrów i falowania oraz zmianom położenia poziomu jeziora w związku z budową i eksploatacją Zbiornika Irkuckiego. Wydzielono kilka etapów położenia poziomu wody w Bajkale. Przedstawiono jakościową analizę dynamiki procesów abrazyjno-akumulacyjnych i towarzyszących im innych procesów egzogenicznych — krasu termicznego, zabagnienia, powstawania pól piasków eolicznych na wybrzeżu. Stwierdzono, że Zatoka Cziwyrkujaska i przesmyk Miagkaja Karga są rezultatem współdziałania procesów endo- i egzogenicznych. Wysoka sejsmiczność obszaru badań, budowa blokowa i ruchy tektonicz-

ne w połączeniu z warunkami geologiczno-hydrogeologicznymi oraz kriogenicznymi wpłynęły na współczesny stan egzogeologiczny badanego obszaru.

Yurii B. Trzhcinskii, Elena A. Kozyreva, Tadeusz Szczypek

PRESENT-DAY EXOGEOLICAL STATE OF CHIVYRKUY BAY  
AND MIAGKAYA KARGA ISTHMUS (BAIKAL)

Summary

The development of coast of the Chivyrkuy Bay and the Miagkaya Karga Isthmus on Baikal was discussed. The special attention was paid to the analysis of influence of wind and waving and changes in lake water level location owing to the building and exploitation of Irkutsk Reservoir. Some stages of water level location in Baikal were distinguished. The qualitative analysis of dynamics of abrasion-accumulative processes and accompanying them other exogenous processes — thermal karst, swamping, formation of fields of aeolian sands on the coast was presented. It was stated that the Chivyrkuy Bay and Miagkaya Karga Isthmus are the result of cooperation of endo- and exogenous processes. High seismicity of area investigated, block structure and tectonic movements with connection with geological-hydrological and cryogenic conditions influenced the present-day exogeological state of the area investigated.