

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УДК 551.4 (476)

НОВИК АЛЕКСЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

ЛОЖБИННЫЕ ОЗЕРА ГЛЯЦИГЕННЫХ РЫТВИН

(на примере Белорусского Поозерья)

Специальность 25.00.23 – физическая география и биогеография,  
география почв и геохимия ландшафтов

Автореферат диссертации  
на соискание ученой степени  
кандидата географических наук

Минск 2005

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы диссертации.** Гляцигенные рытвины и ложбинные озера, создают своеобразный лимнологический комплекс, специфическое природное образование для территории Балтийских Поозерий Европы, без всестороннего анализа которого немислима палеогеографическая реконструкция территории последнего материкового оледенения. На территории Белорусского Поозерья насчитывается более 350 ложбинных озер, или 25 % от общего озерного фонда этого региона. Изучение уникальных ложбинных озер, которые с позднего плейстоцена сохраняют свои олиготрофные черты, необходимо для уточнения запасов и качества пресных вод, решения проблемы эффективного управления водными ресурсами республики. Вместе с тем восприимчивость ложбинных озер к антропогенному загрязнению ведет к снижению их хозяйственного и рекреационно-эстетического потенциала. По этой причине исследование морфогенеза гляцигенных рытвин и лимнологических особенностей ложбинных озер, представляется актуальным.

### **Связь работы с крупными научными программами, темами:**

Выполнение диссертации было связано с разработкой на кафедре общего землеведения и в научно-исследовательской лаборатории озероведения НИР: “Оценка состояния антропогенной нагрузки на качество вод Витебской области и разработать план мероприятий по обеспечению экологического равновесия водных экосистем” (2002, № 20003377), “Исследовать техногенное воздействие на состояние озер в Республике Беларусь” (2002, № 20014106), “Разработать информационно-програмное обеспечение ведения мониторинга озерных водоемов (в рамках НСМОС РБ)”, (2002, № 20014106), “Исследование изменений увлажненности территории Беларуси под влиянием естественных и антропогенных факторов” (2003, №19993628).

**Цель и задачи исследования.** Цель диссертационной работы заключается в определении морфогенеза гляцигенных рытвин и лимнологических особенностей ложбинных озер для выявления закономерностей их экологической устойчивости (на примере Белорусского Поозерья).

В процессе исследований предусматривалось решить следующие основные задачи:

- изучить генезис и распространение гляцигенных рытвин, их роль в составе ледникового комплекса; оценить геолого-геоморфологические связи современных гляцигенных рытвин с линиями тектонических разломов, древними погребенными ложбинами ледникового выпаживания и размыва, гляциоизостатическими движениями.
- выявить и изучить азональные гидрографические и лимнологическо-геоморфологические особенности гляцигенных котловин, их влияние на гидрологический режим и экологическую устойчивость ложбинных озер; установить значимые статистические связи между морфометрическими параметрами и лимнологическими характеристиками ложбинных озер.

- разработать морфогенетическую и лимнологическую-географическую типизации гляцигенных рытвин и ложбинных озер.

**Объект и предмет исследования.** Объектом исследования являются гляцигенные рытвины и образованные в них ложбинные озера области поозерского оледенения Белорусского Поозерья. Предмет исследования – география, генезис, морфология гляцигенных рытвин и современное состояние приуроченных к ним ложбинных озер Беларуси.

**Гипотеза.** Гляцигенные рытвины полигенетического генезиса, с преобладанием ледниковой экзарации, унаследовав тектонические разломы, погребенные ложбины ледникового выпахивания и размыва, последствия гляциоизостатических движений, имеют специфическую котловину, которая определяет динамику лимнических процессов заключенных в них ложбинных озер.

**Методология и методы проведенного исследования:** методологической основой работы являлась общепринятая в естествознании морфодинамическая концепция. При проведении исследований автор использовал комплекс методов: геоморфологический, морфометрический, гидрохимический, сравнительно-географический, корреляционный, картографический, аналитический. Анализ полученных данных производился с помощью компьютерных программ графической и цифровой обработки.

**Научная новизна и значимость полученных результатов.** Впервые при изучении гляцигенных рытвин и ложбинных озер на территории Белорусского Поозерья:

- выявлен единый генетический ряд развития и эволюции лимнологическо-геоморфологического комплекса: тектонический разлом – погребенная ложбина ледникового выпахивания и размыва – гляцигенная рытвина – ложбинное озеро; доказано преобладание ледниковой экзарации в формировании котловин ложбинного типа.

- для области последнего покровного оледенения территории республики Беларусь выполнен анализ и выделены значимые корреляционные связи между основными морфометрическими характеристиками озерных котловин и лимнологическими параметрами ложбинных водоемов; выявлены зональные и азональные черты ложбинных озер.

- впервые установлены критерии экологической устойчивости ложбинных озер, позволяющие определить возможность их рационального использования и охраны.

- впервые разработана морфогенетическая типизация гляцигенных рытвин и лимнологическо-географическая типизация ложбинных озер.

**Практическая значимость полученных результатов.**

Выполненные исследования являются важным этапом практического применения создаваемой в НИЛ озероведения базы данных, на основании которой разрабатываются методики унификации, обработки и анализа имеющихся материалов для оценки современного состояния озерных водоемов. Проведенные статистические и корреляционные расчеты позволяют выявить особенности формирования гидрологического режима ложбинных озер в за-

висимости от морфометрических характеристик их котловин, что помогает оценить их современное состояние. Перспективным направлением охраны, и рационального использования гляцигенных рытвин и ложбинных озер служит рекреация и познавательный туризм. Важно исследовать эти объекты с целью получения разносторонней научной информации в учебных дисциплинах по геоморфологии, гидрологии и озероведению.

#### **Основные положения диссертации, выносимые на защиту.**

1. На основании разработанного единого генетического ряда развития: тектонический разлом – погребенная ложбина ледникового выпахивания и размыва – гляцигенная рытвина – ложбинное озеро определены принципы полигенезиса гляцигенных рытвин в пределах Балтийских Поозерий, с преобладанием ледниковой экзарации.

2. Выделенные значимые корреляционные связи морфометрических и лимнологических параметров, позволяют доказать природную азональность ложбинных озер Белорусского Поозерья на фоне зоны смешанных лесов.

3. Изучение влияния «морфометрического эффекта» на природную консервативность и устойчивость лимносистем ложбинного типа, позволили выявить причины потенциальной экологической неустойчивости ложбинных озер под влиянием антропогенной нагрузки.

4. Критерии и показатели разработанных морфогенетической и лимнологическо-географической типизаций гляцигенных рытвин и ложбинных озер Белорусского Поозерья позволяют их использовать в целях развития рекреации, научно-познавательного туризма, создании водохранилищ, сети особо охраняемых природных территорий, в выявлении запасов подземных вод.

#### **Личный вклад соискателя.**

Работа основывается на результатах многолетних (1997-2004 гг.) исследований. Основной объем материала диссертации обработан и проанализирован лично автором. Разносторонние экспедиционные полевые исследования проводились диссертантом самостоятельно и в составе научно-исследовательской лаборатории озероведения БГУ. Особенно детально анализировались репрезентативные и наиболее классические примеры в пределах Белорусского Поозерья: Долгинская, Будовичская, Сорочанская, Селявская гляцигенные рытвины и ложбинные озерные группы. Использовались опубликованные литературные, картографические, статистические и фондовые материалы. Автором составлена серия геолого-геоморфологических картосхем и диаграмм по морфогенетическим и лимнологическо-географическим показателям гляцигенных рытвин и ложбинных озер. Проведена оценка корреляционных связей кадастрового статистического материала с анализом и обобщением полученных результатов.

**Апробация результатов диссертации.** Основные результаты диссертационной работы докладывались на международной научной конференции «Озера Белорусского Поозерья, современное состояние, проблемы использования и охраны» (Беларусь, Витебск, 1999); 56-ой Республиканской научной

конференции молодых ученых ВУЗов Республики (Беларусь, Минск, 2000); VI-й Республиканской научной конференции студентов и аспирантов Беларуси (Беларусь, Витебск, 2001); III-ем всероссийском совещании по изучению четвертичного периода (Россия, Смоленск, 2002); международной научно-практической конференции «Региональные проблемы социально-экономического и геоэкологического развития Беларуси и сопредельных территорий» (Беларусь, Могилев, 2002); VII-ой Республиканской научно-практической конференции студентов и аспирантов ВУЗов Республики Беларусь (Беларусь, Витебск, 2002); III-их республиканских чтениях посвященных академику Г.И. Горецкому (Беларусь, Минск, 2003); 58-ой республиканской научно-практической конференции молодых ученых ВУЗов Республики Беларусь (Беларусь, Минск, 2003); международном водном форуме «Современное состояние, проблемы и перспективы использования водных ресурсов Беларуси» (Беларусь, Минск, 2003); международной научно-практической конференции «Теоретические и прикладные проблемы современной лимнологии» (Беларусь, Минск, 2003), республиканской научно-практической конференции «Региональная география: проблемы развития и преподавания» (Беларусь, Могилев 2004); VI-ой международной научной конференции «Сахаровские чтения: экологические проблемы XXI века», (Беларусь, Минск 2004); Международной научной конференции посвященной 70-летию географического факультета БГУ (Беларусь, Минск 2004).

**Опубликованность результатов.** По теме диссертации опубликовано 12 научных работ (из них 8 публикаций без соавторов), в том числе статей в научных журналах – 2, статей в сборниках материалов конференций – 7, тезисов докладов на научных конференциях – 3. Общее количество страниц опубликованных материалов – 35.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, 4 глав, заключения, списка использованных источников и приложения. Общий объем - 200 страниц, в том числе 15 таблиц на 14 страницах, 56 рисунков на 44 страницах и приложение на 31 странице. Список использованных источников включает 210 наименований (из них 44 на иностранных языках) на 11 страницах.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Глава 1 История изучения гляцигенных рытвин и ложбинных озер. Методика исследований

Результаты анализа научных публикаций, относящихся к вопросу исследования морфогенезиса гляцигенных рытвин и лимнологического-географических особенностей приуроченных к ним ложбинных озер, показали, что данная проблема охватывает широкий круг недостаточно изученных вопросов. Ре-

шение этой проблемы позволяет определить генезис гляцигенных рытвин, обнаружить их связи с тектоникой, погребенным палеорельефом, гляциоизостатическими движениями, осуществлять палеогеографические реконструкции, с целью установления границ ледниковых эпох, стадий, процессов формирования геоморфологических комплексов. Проблема позволяет выявить закономерности современного проявления лимно- и морфогенеза, определить пределы экологической устойчивости. Диссертационная работа направлена на устранение этого пробела, решение которого находится на стыке нескольких наук и отдельных научных направлений: геоморфологии, физической географии, четвертичной геологии, тектоники, гидрологии, экологии, лимнологии.

Изучение гляцигенных рытвин Балтийских Поозерий началось с середины XIX века: В. Пенк, Д.И. Анучин. Позже появились работы польских, литовских, белорусских исследователей. Широта охвата, междисциплинарность, сложность изучаемой темы обуславливают отсутствие на данный момент единой концепции в вопросах генезиса гляцигенных рытвин. Отмечено, что в современной научной литературе существует два основных направления. Часть исследователей связывает их происхождение с деятельностью подледниковых потоков (С. Майдановский, А. Гарункштис, А. Битинас, и др.). С другой точки зрения гляцигенные рытвины рассматриваются как результат ледниковой экзарации не отрицая определенное влияние водноледниковых потоков (А. Вольдштедт, А. Басаликас, К. Венцковский, и др.). Обе точки зрения имеют право на существование. Однако до сих пор многие вопросы этой проблемы окончательно не решены. В Беларуси отдельные гидрологические данные о ложбинных озерах Белорусского Поозерья начинают появляться с конца XIX века. Однако, обширный материал по ложбинным озерам был получен в послевоенные годы (О.Ф. Якушко, Г.И. Горецкий, Л.Н. Вознячук и др.). В это время началось систематическое комплексное лимнологическое изучение ложбинных озер, которое в первую очередь связано с деятельностью научного коллектива НИЛ озераведения БГУ.

Методика исследований. Материалами для проведения исследований послужили результаты многолетних (1997–2004 гг.) полевых и камеральных исследований автора. Использовалась серия опубликованных карт Беларуси (геоморфологическая, гидрологическая, тектоническая, четвертичных отложений, дочетвертичной поверхности, ландшафтная), фондовые материалы НИЛ озераведения, картографические и фондовые материалы института геологических наук АН Беларуси, центральной гидрогеологической партии РУП Белгеология, материалы института географии Литвы, Вильнюсского и Познаньского университетов.

На начальном этапе исследования исходные данные были получены в результате сбора картографического и полевого материала. Анализ строения гляцигенных рытвин явился результатом геодезической съемки с последующим анализом рисунков горизонталей по топографическим картам. Следующий этап инструментальной обработки материалов включал количественную и сравнительную оценку морфометрических характеристик ложбинных озер.

На заключительном этапе был задействован компьютерный пакет программ графической и цифровой обработки исходных материалов. Для выявления морфометрических и лимнологических связей были использованы методы математической статистики: (определение и анализ парных корреляционных связей). На основе разработанных типизаций гляцигенных рытвин и классификаций ледниковых озер освещенных в работах О.Ф. Якушко, Д. Баужи, А. Гарункштиса, А. Хоинского, Б. Новачека, были выделены критерии и разработаны собственные подходы для морфогенетической и лимнологическо-географической типизаций гляцигенных рытвин и ложбинных озер Белорусского Поозерья.

## **Глава 2    Пространственно-временные закономерности распространения и генезиса гляцигенных рытвин в ледниковом геоморфологическом комплексе**

Формирование современного рельефа территории Белорусского Поозерья на древней доантропогенной поверхности произошло под влиянием экзарационно-аккумулятивной деятельности ледников различных эпох плейстоцена, талых ледниковых вод, межледниковых седиментационных процессов, совокупного воздействия новейших тектонических движений и комплекса экзогенных факторов. Отличительной особенностью последнего поозерского оледенения является наличие рытвинных форм рельефа – гляцигенных рытвин. В большинстве случаев они распространены в пределах донно-моренных равнин и даже холмисто-моренного рельефа. Ориентация гляцигенных рытвин была обусловлена направлением движения лопастей наступавшего ледника, преимущественно с северо-запада на юго-восток. Ледниковое выпахивание наиболее интенсивно проявлялось в пределах ранее существовавших тектонических нарушений доантропогенных возраста предопределивших ориентацию большинства гляцигенных рытвин и приуроченных к ним ложбинных озер. Почти все линейные тектонические нарушения, связанные с рытвинами являются частью Двинско-Днепровского мегаразлома, протянувшегося по линии Браслав-Ушачи-Сенно. Под влиянием ледниковой нагрузки шла активизация тектонических процессов в разломных зонах и их последующем выражении в строении и рисунке новейших гидрогеоморфологических систем, подобных гляцигенным рытвинам.

Геологические исследования рельефа Балтийских Поозерий и данные буровых скважин подтверждают залегание под современными поозерскими гляцигенными рытвинами погребенных ложбин ледникового выпахивания и размыва, сформированных интенсивной экзарационной деятельностью древних ледниковых покровов и водно-эрозионным размывом подледниковых потоков. Их расположение и морфологические особенности во многом предопределяются тектоническим и геологическим строением доантропогенной поверхности и в большинстве случаев обнаруживают унаследованное развитие в течение всех плейстоценовых оледенений.

В формировании гляцигенных рытвин Белорусского Поозерья выделяются несколько этапов. Первый этап ( $23\ 000 \pm 2\ 000$  лет назад) проходил в результате выпахивающей деятельности ледника в период его активного наступания. Главным доказательством проявления экзарации служит форма продольных и поперечных профилей гляцигенных рытвин, имеющих много схожих черт с ледниковыми трогами Скандинавии (рис. 1).

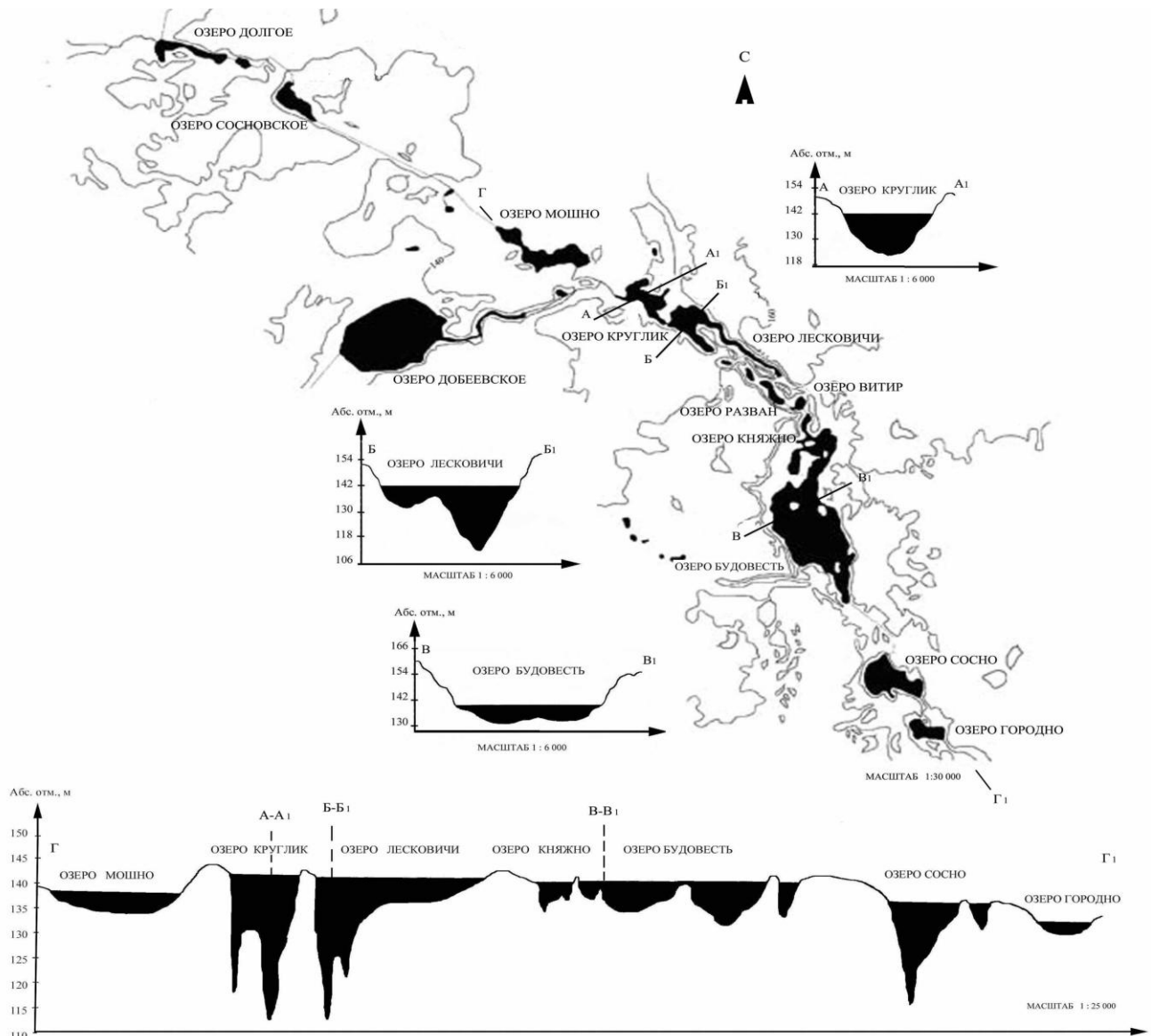


Рис. 1 Картограмма продольных и поперечных геоморфологических разрезов через Будовичскую гляцигенную рытвину

Второй этап, в позднеледниковье, RN – DR I – Bö ( $13\ 900 - 12\ 800 \pm 500$  лет назад) проявлялся в результате воздействия талых под- и внутрiledниковых потоков с высоким гидростатическим давлением в период его стационарного положения.

На завершающем этапе DR II – AL ( $11\ 800 - 10\ 900 \pm 500$  лет назад) морфологической «свежести» рытвин способствовала длительная консерва-



ция котловин, завершившаяся в раннем голоцене уже при сформировавшейся гидрологической сети. Наиболее глубокие участки гляцигенных рытвин в эпоху дегляциации послужили местом формирования современных ложбинных озер. Глубокому врезу рытвин способствовало также значительное понижение уровня базиса эрозии – Балтийского моря и продолжающееся поднятие территории, происходящее вследствие компенсирующей гляциоизостазии после отступления поозерского ледника. Следовательно, генезис гляцигенных рытвин имеет комплексное (полигенетическое) происхождение: обусловленное тектоникой, связью с погребенным рельефом, действием ледниковой экзарации: выпахивания и выдавливания (гляциотектоники), а позже водноледниково-эрозионных и эвразийских процессов.

На основании морфогенетических особенностей гляцигенных рытвин изучения их географического распространения и основных этапов формирования автором была выполнена типизация гляцигенных рытвин в результате которой выделены три морфогенетических типа гляцигенных рытвин. Каждый из типов характеризуется различной долей связей с тектоникой, палеорельефом, влияния ледниковой экзарации и водной эрозии, что обусловило их современные пространственно-морфологические черты:

**Первый тип** составляют гляцигенные рытвины с хорошо выраженными проявлениями экзарационной деятельности ледника и слабоизмененные водноледниковыми потоками. Они характеризуются значительной длиной (до 30 км) и глубиной (до 100 метров), малой шириной (не более 500 м), высокими и крутыми (до 40°) склонами. К этому типу относятся Долгинская, Сарро, Будовичская, Сенно, Мядельская рытвины.

**Второй тип** составляют гляцигенные рытвины сформированные в результате экзарационной деятельности ледника и подледниковых потоков, но которые в дальнейшем были заметно переформированы поверхностной водной эрозией. Они отличаются средней длиной (до 10 км), средней глубиной (до 20 м) и более пологими склонами (10—20°) и значительной шириной (до 1,5 км). К данному типу относятся рытвины Свирь, Вымно, Богинская, Свино, Синьша, Миорская и др.

К **третьему типу** относятся сложные рытвины. Этот тип по морфометрическим характеристикам во многом схож с первым типом, однако при его формировании определенное влияние сыграло активное ледниковое выпахивание нескольких ледниковых лопастей и наложившаяся на их деятельность подледниковых потоков, приведших к образованию перекрещивающихся рытвинных систем. В основании этих рытвин залегает серия пересекающихся тектонических нарушений. Примерами данного типа являются рытвины Лепельская, Селява, Браславские, Ушачские.

### Глава 3 Современное состояние ложбинных озер

По ряду гидрологических и климатических особенностей большинство озер Белорусского Поозерья подчиняются зональным закономерностям при-

родной зоны смешанных лесов. Однако глубокие ложбинные озера обладают четко выраженными аazonальными чертами, часть которых характерна для природных зон северной тайги и даже тундры: ледниковый генезис, геоморфологическая молодость котловины, микроклимат прилегающих территорий (продолжительность осеннего периода, сокращение весеннего периода, наличие температурной стратификации, особенности температурного, ледового и газового режима), трофический уровень: мезотрофность с чертами олиготрофии, низкие показатели минерализации, цветности, окисляемости, гидробиологические особенности (наличие реликтов в составе зоопланктона и ихтиофауны). Это подтверждает их естественный природный консерватизм.

Образование террас ложбинных озер отражает определенные изменения климата и уровня озер том числе и под влиянием гляциоизостатических движений. Высокие террасы на склонах ложбинных озерных котловин формировались в связи с понижением базиса эрозии в начальную стадию их расконсервации в позднеледниковье и начале голоцена. Атлантическое время характеризовалось созданием площадки будущей средней террасы. Низкая терраса сформировалась в современное субатлантическое время. В настоящий момент в литоральной зоне ложбинных озер происходит формирование площадки подводной террасы.

Ложбинные озера выделяются морфометрическими (высокая глубинность, низкая открытость, мощный гипolimнион) и лимническими показателями (замедленный водообмен, слабая цветность, высокая прозрачность, пониженная окисляемость, низкое содержание органического вещества, устойчивая температурная стратификация, высокое содержание кислорода), свойственные мезотрофным и олиготрофным водоемам.

В температурном режиме ложбинных озер условия нагревания и остывания воды тесно связаны с морфометрическими параметрами. Глубокие ложбинные озера, с мощным гипolimнионом Долгое, Гиньково, Болдук, Вечелье обладают резко выраженной температурной стратификацией и в течение года остаются постоянно холодными со слабовозметной теплоотдачей. Средняя летняя температура озера Долгое  $+8 - 9^{\circ}$ , а на дне  $+5^{\circ}$ . В некоторых небольших, укрытых от ветра, глубоких ложбинных озерах Малое Камайское, Гульбега, Кайминское весенняя гомотермия не успевает охватить всю толщу воды, а на поверхности уже складываются летние температурные условия (меромексия). В результате этого придонные слои воды в начале лета имеют температуру около  $4^{\circ}$  и резкий дефицит кислорода.

В ложбинном озере складываются однородные условия газового режима (оз. Долгое, Ричи, Женно, Кривое). При ясно выраженной температурной стратификации количество придонного кислорода в них понижается незначительно. Это связано как с высоким его содержанием в воде, так и с меньшим потреблением. В укрытых от ветра стратифицированных, небольших, но глубоких слабозвтрофных ложбинных озерах (Сорочанские озера) в периоды стагнации кислород в гипolimнионе исчезает и нередко заменяется сероводородом, что связано с его потреблением на окисление железа, которое здесь

служит соединительным звеном между водной массой и донными отложениями. Накопление железа связано с привнесом его подземными источниками, имеющими в таких озерах значительную долю питания в водном балансе.

По составу донных отложений ложбинные озера Белорусского Поозерья можно условно разделить на два типа: силикато- и карбонатонакопители. Последние локализованы в западной части Белорусского Поозерья и имеют общие черты с озерами среднеевропейских Балтийских Поозерий: Белое, Глубля, Болдук, Ричи. Такая особенность объясняется поступлением в эту область моренного материала во время последнего оледенения из Южной Скандинавии, отличающейся высокой степенью карбонатности пород.

На основании корреляционных связей лимнических и морфометрических показателей ложбинных водоемов установлено, что для ложбинных озер наиболее информативными являются показатели глубинности, средней и максимальной глубины, средней и максимальной ширины, открытости, удлиненности, удельного и условного водообмена, которые коррелируют показателями бихроматной и перманганатной окисляемостью, содержанием углекислого газа, кальция, магния, прозрачности, цветности, минерализации, биомассы фитопланктона, зарастанием макрофитами, зольностью донных осадков, концентрацией на дне железа, марганца, титана, карбонатов.

Анализ морфометрических и лимнологических особенностей ложбинных озер Белорусского Поозерья позволил выделить четыре типа, которые были соотнесены с морфогенетической типизацией гляцигенных рытвин. В основу типизации была положена комплексная генетическая классификация озерных водоемов Беларуси разработанная О.Ф. Якушко. Главными критериями были приняты морфометрические и лимнические особенности водоемов, учет их трофического уровня (рис. 2).

**Тип 1.** Глубокие (до 53 м), вытянутые мезотрофные и с признаками олиготрофии ложбинные озера, для которых характерны высокие показатели глубинности, средней глубины, удлиненности, удельной водообменности; низкие или средние показатели открытости, емкости, проточности. Это ярко стратифицированные озера с низкими температурами в течение года. На долю гипolimниона приходится до 60% общего объема водной массы. Располагаются в гляцигенных рытвинах первого и третьего морфогенетических типов.

**Тип 2.** Относительно широкие (максимальная ширина более 1 км), среднеглубокие слабозэвтрофные ложбинные озера, для которых характерны низкие или средние показатели глубинности, средней глубины, удельной водообменности; высокие показатели открытости, удлиненности, емкости, проточности. Это слабостратифицированные, ложбинные озера. Располагаются в гляцигенных рытвинах второго морфогенетического типа.

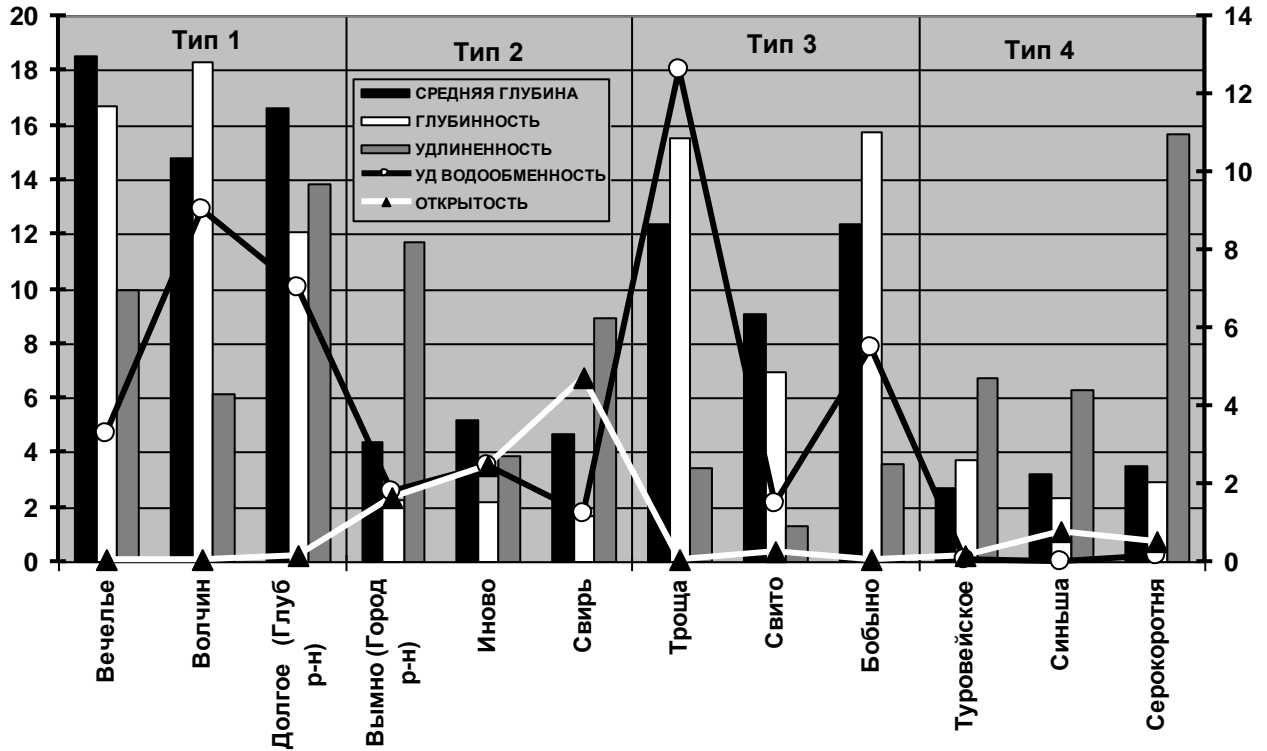


Рис. 2 Лимнологическая-географическая типизация ложбинных озер Белорусского Поозерья (показатели столбцов - левая шкала; показатели графиков - правая шкала)

**Тип 3.** Относительно широкие (максимальная ширина до 1,5 км), глубокие (до 35 м) мезотрофные и слабоэвтрофные ложбинные озера, для которых характерны высокие показатели глубинности, средней глубины, удельной водообменности; низкие или средние показатели удлиненности, открытости, емкости, проточности. Этот тип отличается резко выраженной летней стратификацией и пониженными температурами гипolimниона. По морфологическим особенностям они приближаются к первому типу озер. Располагаются в гляцигенных рытвинах первого и третьего морфогенетических типов.

**Тип 4.** Среднеглубокие (максимальная глубина до 6 – 8 м), вытянутые (максимальная ширина до 300 – 500 м), слабоэвтрофные ложбинные озера, для которых характерны низкие показатели глубинности, средней глубины, удельной водообменности; высокие или средние показатели удлиненности, емкости, открытости, проточности. К этому типу принадлежат слабостратифицированные либо нестратифицированные ложбинные озера. Располагаются в гляцигенных рытвинах первого и второго морфогенетических типов.

#### Глава 4 Проблемы геоэкологической устойчивости, рационального использования и охраны ложбинных озер

Ложбинные озера являются классическим примером озер потенциально неустойчивых к антропогенному воздействию. Морфометрические и гидро-

логические особенности ложбинных озер (замедленный водообмен, высокие показатели глубинности, средней глубины, низкая открытость устойчивая температурная стратификация, мощный гипolimнион) в естественном природном состоянии оказывают благоприятное влияние на их экологическое состояние и консервативность («эффект морфометрии»). При такой ситуации, ложбинные озера находятся в состоянии продолжительного во времени естественного природного эвтрофирования. Возникшие 12 тысяч лет назад с позднеледниковья и голоцена ложбинные озера ледникового генезиса сохраняют свой олиготрофный режим. Это выражается в следующих лимнических показателях: низкая кормность (биомасса зоопланктона от 0,1 до 0,6 г/м<sup>3</sup>, фитопланктона от 1 до 10 г/м<sup>3</sup>, бентоса от 0,1 до 1 г/м<sup>3</sup>), низкие среднелетние температуры (пов. 8-10°, дно. 5-6°), высокое содержание кислорода во всей водной толще, иногда достигая максимума в металимнионе (поверхность 8 мг/л, дно 6 мг/л), отсутствие кислородного пренасыщения на поверхности (кислородное насыщение 90%), низкое содержание органического вещества (окисляемость перманганатная 4-6 мг/л, бихроматная 7-10 мг/л), высокая прозрачность (4-6 м), низкая цветность (10-20°), показатель общей минерализации (около 200 мг/л), продукция ниже деструкции (П<Д), преобладание в биомассе фитопланктона диатомовых, маломощные терригенные отложения (от 0,5 до 3 м), донные отложения представлены кластогенными осадками, прикрытыми небольшим слоем глинистых ожелезненных илов (ППП=10-12%), наличие реликтов из представителей флоры и фауны.

С момента поступления загрязняющих и биогенных веществ воздействие «эффекта морфометрии» котловины на экологию ложбинного озера сменяется с положительного на отрицательное (таблица).

Таблица

Потенциальная экологическая устойчивость лимносистем к антропогенному воздействию по морфометрическим показателям

Тип лимносистемы	Глубинность	Открытость	Доля гипolimниона	Удельная водообменность	Средняя глубина
Потенциально экологически неустойчивая	Более 6	Менее 1	Более 20 %	Более 1	Более 7
Потенциально экологически устойчивая	Менее 6	Более 1	Менее 20%	Менее 1	Менее 7

В результате загрязнения возникают значительные скачкообразные изменения выражающиеся в увеличении трофности водоема, в резком дефиците кислорода в придонных слоях (менее 10 %) при увеличении содержания углекислого газа, появлении восстановительной среды в мощном гипolimнионе (достигающего 70 % от общего объема водной массы), изменении химическо-

го состава воды, донных отложений, сокращения карбонатакопления, накоплении соединений фосфора и азота, образовании сероводорода, резком скачке (до 30 г/м<sup>3</sup>) фитопланктона, изменении видового состава и уровня продуктивности гидробионтов, нарушение процесса самоочищения, увеличение первичной продукции, исчезновение реликтовых организмов флоры и фауны (озера Лесковичи, Круглик, Городно, Лядно, Озерки, Молено, Миорское, Сенно, Великое). Это свидетельствует о слабой экологической устойчивости озер ложбинного генезиса к антропогенному воздействию.

В качестве показателя, определяющего экологическую устойчивость ложбинных озер к антропогенному воздействию выделен лимнологический показатель гидродинамического объема ( $V_q$ ), характеризующий оценку и прогноз реакции водных экосистем на дополнительное поступление питательных веществ с водосбора с учетом динамической обстановки всего объема водной массы. Для ложбинных озер он колеблется в пределах от 0,2 до 30,0 млн. м<sup>3</sup>.

Благодаря морфологическим особенностям котловин, ложбинные озера могут использоваться в качестве создания озерных водохранилищ, при относительно малых затратах. Перспективны в этом отношении озера группы Сарро, Будовичи, Ушачской, Глубокской, озера Зароновское, Бобыничи и др. Однако значительный подъём уровня ложбинных озер может вызвать повышение горизонта подземных вод и оглеение почв на прилегающих участках водосборов, а также исчезновение некоторых видов макрофитов. Незначительное (до 1 м) повышение уровня в ложбинном озере ведет к улучшению лимнических показателей: повышению открытости, увеличению мощности эпилимниона, уменьшению мощности гиполимниона, в результате чего происходит повышение экологической устойчивости.

Результаты изучения состава, строения и формирования гляцигенных рытвин и ложбинных озер направлены на прогнозирование новых месторождений полезных ископаемых (в особенности подземных вод).

Аквальные ландшафты ложбинных озер, с прилегающими прибрежными территориями (в том числе гляцигенными рытвинами) являются составной частью уникальных холмисто-моренно-озерных ландшафтов Белорусского Поозерья. Перспективным направлением изучения гляцигенных рытвин и ложбинных озер является сохранение их высокого экологического статуса и рекреационного использования. В ложбинных озерах встречаются 10 из 20 охраняемых в республике видов высшей водной растительности и харовых водорослей: *Cladium mariscus*, *Aldrovanda vesiculosa*, *Hydrilla verticillata*, *Najas marina*, *Isoetes lacustris*, *Chara rudia* и др. Из представителей водной фауны здесь обитает ряд охраняемых реликтовых видов: сиговые (снеток, ряпушка), *Limonocalanus macrurus*, *Pontoporeia affinis* Lindstrom, *Pallasea quadrispinosa* Sars, *Mysis relicta* Loven, *Astacus astacus*. Перспективное направление использования этих озер в получении научной информации, для геоморфологов, гидрологов, гидробиологов. Эффективно использовать ложбинные озера развитию научно-познавательного и воспитательного туризма. С целью сохранения уникального ландшафтного разнообразия Белорусского Поозерья целе-

сообразно в пределах ложбинных озер расширять сеть особо-охраняемых природных территорий по аналогии с уже существующими гидрологическими заказниками «Белое», «Кривое», «Синьша», «Селява», «Долгое», «Сосно», «Тиосто», «Сорочанские озера», «Голубые озера», «Озеры». Рекреационные возможности и охрана ложбинных озер и прилегающих к ним ландшафтов еще полностью не использована, поэтому они должны получить в будущем еще большее распространение.

### Заключение

В результате проведенных исследований сделаны следующие **основные выводы:**

1. Гляцигенные рытвины сформированные интенсивной экзарационной деятельностью древних ледниковых покровов и водно-эрозионным размывом подледниковых потоков по своему расположению и морфологическим особенностям и во многом предопределены тектоническим строением доантропогеновой поверхности, обнаруживают унаследованное развитие с погребенными ложбинами ледникового выпахивания и размыва в течение всех плейстоценовых оледенений и тесную связь с гляциоизостатическими колебаниями. По своему происхождению гляцигенные рытвины имеют комплексное (полигенетическое) происхождение. Первый этап формирования проявлялся в результате выпахивающей деятельности ледника в период его активного наступания ( $23\ 000 \pm 2\ 000$  лет назад), второй – в результате воздействия талых под- и внутриледниковых потоков с высоким гидростатическим давлением с процессами эвразии в период его стационарного положения RN–DRI–Bö ( $13\ 900 - 12\ 800 \pm 500$  лет назад). В оба из указанных периодов формирования рытвин в их пределах имело место и проявление ледникового выдавливания (гляциотектоники). Морфологической «свежести» рытвин способствовала длительная консервация котловин, завершившаяся при сформировавшейся гидрологической сети закончившаяся в DRII–AL ( $11\ 800 - 10\ 900 \pm 500$  лет назад). Участки оттаивания «линз» консервирующего льда послужили местом формирования современных ложбинных озер [1, 2, 3, 4, 5, 7, 6].

2. Область распространения гляцигенных рытвин и ложбинных озер характеризуется разнообразием геологии, литологии, рельефа, гидрологических и ландшафтных условий, что позволяет отнести озерные водоемы и их котловины к числу азональных показателей природных компонентов. Это выражается в связях ложбин с тектоническими разломами, расположением в пределах донно-моренных равнин и в тяжелых моренных суглинках, глубоким врезом (до 100 м) и крутизной склонов (до  $40^\circ$ ), специфическими условиями микроклимата, с особенностями их распространения в пределах смешанных лесов и др. По своим лимнологическим особенностям ложбинные озера Белорусского Поозерья (Кривое, Болдук, Вечелье, Глубля, Долгое, Гиньково, Женно) обладают рядом черт свойственных мезотрофным с признаками олиготрофии водоемам: низкие среднелетние температуры ( $+8+9^\circ$ , придонные

+5°), однородность химического состава воды при значительных глубинах, малая цветность (5-10°), высокая (4-6 метров) прозрачность воды, минерализация около 200 мг/л) и пониженная окисляемость (4-7 мг/л), свидетельствующие о чистоте воды и малом содержании в ней органического вещества. Слабое ветровое перемешивание, свойственное высокоукрытым ложбинным озерам первого типа (по лимнологическо-географической типизации ложбинных озер) способствует накоплению железа в зоне гипolimниона и его осаждению во впадинах профундали в виде окисных форм (Долгое, Ричи, Богдановское, Кривое, Кайминское). В ряде стратифицированных ложбинных озер третьего типа кислород в гипolimнионе исчезает и заменяется сероводородом [1, 2, 7, 8, 10, 11].

3. Ложбинные озера являются классическим примером озер со слабой потенциальной экологической устойчивостью к антропогенному воздействию. Морфометрические особенности котловин ложбинных озер (глубинность - более 6, открытость - менее 1, средняя глубина - более 7, мощность гипolimниона - более 20 % , условный водообмен - более 1, показатель гидродинамического объема - от 0,2 до 30,0 млн. м<sup>3</sup>) в естественном природном состоянии оказывают благоприятное влияние на их экологическую консервативность. С момента поступления загрязняющих биогенных веществ в ложбинное озеро «эффект морфометрии» котловины оказывает отрицательное влияние на экологию лимносистемы. Это выражается в увеличении трофности водоема, в резком дефиците кислорода (до 30–35 %), появлении восстановительной среды в мощном гипolimнионе (до 70 % от общего объема водной массы), изменении химического состава воды, донных отложений, сокращении карбоната накопления, увеличением содержания соединений фосфора и азота, образовании сероводорода, резком скачке (до 30 г/м<sup>3</sup>) фитопланктона и изменении видового состава и уровня продуктивности (озера Лесковичи, Круглик, Лядно, Миорское, Сенно) [7, 9, 11, 12].

4. На основании морфогенетических особенностей гляцигенных рытвин и изучения их географического распространения и основных этапов формирования автором была выполнена типизация гляцигенных рытвин в результате которой выделены три морфогенетических типа. Каждый из типов характеризуется различной долей влияния ледникового выпахивания и водной эрозии при формировании, наличием связей с тектоникой и погребенным палеорельефом, что обусловило их современные пространственно-морфологические черты. Анализ морфометрических и лимнических особенностей ложбинных озер Белорусского Поозерья позволил выделить четыре лимнологическо-географических типа и соотнести их с морфогенетической типизацией гляцигенных рытвин [7].

5. На базе ложбинных озер создано 10 гидрологических и ландшафтных заказников. Учитывая их уникальность этого количества недостаточно. В ложбинных озерах встречаются 10 из 20 охраняемых в республике видов высшей водной растительности и харовых водорослей. Из представителей реликтовой водной фауны здесь обитает 8 охраняемых видов. Необходимо рас-



ширять сеть особо охраняемых природных территорий в пределах ложбинных озер, так как сильная экологическая восприимчивость и ранимость этих водоемов могут привести к исчезновению редких уникальных представителей флоры и фауны. Необходимо использовать ложбинные озера и прилегающие к ним прибрежные ландшафты в развитии научно-познавательного туризма и рекреации, в качестве природной лаборатории получения научно-учебной информации для геоморфологов, лимнологов, гидробиологов, экологов. Ложбинные озера имеют перспективные пути использования в промышленных, гидротехнических и водохозяйственных целях. При строительстве водохранилищ на ложбинном озере допускается строительство плотин на вытекающих реках, но при условии незначительного (не более 1 м) повышения уровня, что ведет к улучшению его лимнических показателей [1, 7, 10, 11].

### СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

#### ***Статьи:***

1. Новик А. А. О генезисе гляцигенных рытвин в ледниковом комплексе.// Вестник БГУ. Серия 2. – 2002. – №2. – С. 76-80.
2. Кірвель П. І., Новік А. А. Генезіс і марфалогія Будавіцкай гляцыгеннай калдобіны// Весці БДПУ – 2003. – №2. – С.137-140.

#### ***Материалы конференций:***

3. Новик А. А. История формирования и геоморфология ложбинных озерных котловин Белорусского Поозерья // Озера Белорусского Поозерья, современное состояние и проблемы использования и охраны: Матер. межд. науч. конф., Витебск, 23-25 ноября 1999 г./ Витебский гос. ун-т. – Витебск: ВГУ, 1999. – С. 38-40.
4. Новик А. А. Особенности формирования и геоморфология ложбинных озерных котловин Белорусского Поозерья // 56-я науч. конф. студентов и аспирантов Белгосуниверситета: Матер. науч. конф., Минск, апрель-май 1999 г. / Белгосуниверситет – Минск: БГУ, 2000. – С. 141-145.
5. Новик А. А. Пространственно-генетические принципы формирования и развития ложбинных озер в пределах Белорусского Поозерья.// III-е всероссийское совещание по изучению четвертичного периода: Матер. межд. науч. конф., Смоленск 2-9 сентября 2002 г. / Смоленский гос. ун-т. – Смоленск. 2002. – С. 4–6.
6. Новик А. А. Особенности геоморфологии и генезиса ледниковой ложбины озера Селява // VII-я республиканская научно-практическая конференция студентов и аспирантов Беларуси: Матер. респ. науч. конф., Витебск, 22-23 октября 2002 г. / Витебский гос. технолог. ун-т. – Витебск, 2002. – С. 57-58.
7. Якушко О. Ф., Новик А. А. Ложбинные озера Белорусского Поозерья. Морфология, генезис, экологические проблемы // Теоретические и прикладные проблемы современной лимнологии: Матер. межд. научн.-практ.

конф., Минск, 20-24 октября 2003 г. / Белгосуниверситет. – Минск: БГУ, 2003. – С. 34-38.

8. Новик А. А. История лимнологических исследований ложбинных озер Белорусского Поозерья // Региональная география: проблемы развития и преподавания: Матер. межд. науч. конф., Могилев, 10-13 марта 2004 г. / Могилевский гос. ун-т. – Могилев, 2004. – С. 257-259.
9. Новик А. А. Проблемы антропогенной неустойчивости ложбинных озер Белорусского Поозерья // География в XXI веке: проблемы и перспективы: Матер. межд. науч. конф., Минск, 4-8 октября 2004 г. / Белгосуниверситет. – Минск: БГУ, 2004. – С. 47-48.

***Тезисы научных докладов:***

10. Новик А. А. Геоэкологические аспекты рационального использования и охраны ложбинных озер Белорусского Поозерья.// Региональные проблемы социально-экономического и геоэкологического развития Беларуси и сопредельных территорий. Тез докл. межд. научно-практич. конф., Могилев, 8-10 октября 2002 г. / Могилевский гос. ун-т. – Могилев, 2002. – С. 82 – 84.
11. Новик А. А. Ложбинные озера Белорусского Поозерья – как важный показатель антропогенной неустойчивости аквальных ландшафтов// Регион 2003: современные проблемы геоэкологического состояния. Тез. докл. межд. научно-практич. конф., Харьков, 22-25 апреля 2003 г. / Харьковский гос. ун-т. – Харьков, 2003. – С. 380 – 382.
12. Якушко О. Ф., Новик А. А. Экологическая устойчивость ложбинных озер Балтийских Поозерий// Тез. докл. VI Всероссийского гидрологического съезда, Санкт-Петербург, 28 сентября – 1 октября 2004 г. / Гидрометеоздат. – Санкт-Петербург, 2004. – С. 288 – 289.

## РЕЗЮМЕ

Новик Алексей Александрович

## ЛОЖБИННЫЕ ОЗЕРА ГЛЯЦИГЕННЫХ РЫТВИН

Ключевые слова: ложбинное озеро, гляцигенная рытвина, ледниковая аккумуляция, гляциоизостазия, морфометрия озерной котловины, экологическая неустойчивость.

Объектом исследования являются гляцигенные рытвины и включенные в их состав ложбинные озера области поозерского оледенения (на примере Белорусского Поозерья). Предмет исследования – география распространения, генезис, морфология, гляцигенных рытвин и приуроченных к ним ложбинных озер Беларуси, а также особенности их современного экологического состояния и использования.

Цель диссертационной работы заключается в определении генезиса, геоморфологических и лимнологических особенностей гляцигенных рытвин и ложбинных озер для разработки их экологической оценки и хозяйственного использования (на примере Беларуси).

Основными методами исследований являлись, сравнительно-географический, геолого-геоморфологический, морфометрический, гидрохимический, корреляционный, аналитический, картометрический

Впервые при изучении гляцигенных рытвин и ложбинных озер на территории Белорусского Поозерья был выявлен единый генетический ряд развития и эволюции геоморфологического и лимнологического комплексов построенный по временному принципу: тектонический разлом – погребенная ложбина ледникового выпахивания и размыва – гляцигенная рытвина – ложбинное озеро; для территории республики Беларусь в области последнего покровного оледенения предпринят анализ морфогенетических, морфометрических и лимнологических характеристик гляцигенных рытвин и ложбинных озер в целях выявления зональных и азональных черт и разработки морфогенетической и лимнологической типизаций; на основании статистической обработки и анализа большого массива морфометрических и лимнологических параметров по озерам Беларуси установлены значимые корреляционные связи между основными морфометрическими характеристиками и лимнологическими показателями ложбинных озер; для ложбинных озер в гляцигенных рытвинах рассмотрены и выделены критерии экологической устойчивости, позволяющие определить возможность их рационального использования и охраны.

Полученные результаты могут быть использованы в учебно-методическом процессе, при геолого-исследовательских и гидроинженерных работах, применяться при разработке территориальных схем природопользования.

## РЭЗІЮМЭ

Новік Аляксей Аляксандравіч  
ЛАГЧЫННЫЯ АЗЕРЫ ГЛЯЦЫГЕННЫХ КАЛДОБІН

Ключавыя словы: лагчыннае возера, гляцыгенная калдобіна, ледавіковая экзарацыя, гляцыеізастанія, марфаметрыя азернай катлавіны, экалагічная няустойлівасць.

Аб'ектам даследванняў з'яўляліся гляцыгенныя калдобіны і ўключаныя у іх склад - лагчынныя азеры у межах вобласці апошняга зледзянення (на прыкладзе Беларускага Паазер'я), прадметам даследвання з'яўляецца генезіс, марфалогія, геаграфія распаўсюджвання гляцыгенных калдобін і лагчынных азёр, а таксама асаблівасці іх сучаснага экалагічнага стану.

Мэта працы заключаецца ў вызначэнні генезіса, марфалагічных асаблівасцей гляцыгенных калдобін і лагчынных азёр з мэтай іх экалагічнай ацэнкі і гаспадарчага выкарыстання (на прыкладзе Беларусі).

Асноўнымі метадамі даследванняў з'яўляліся картаметрычны, параўнальна-геаграфічны, геалага-геамарфалагічны, морфаметрычны, гідраімічны, карэляцыйны, аналітычны.

Упершыню пры вывучэнні гляцыгенных калдобін і лагчынных азёр на тэрыторыі Беларускага Паазер'я быў вызначаны адзіны генетычны ланцуг развіцця і эвалюцыі геамарфалагічнага і лімналагічнага комплексу пабудаваны па часаваму прынцыпу: тэктанічны разлом – пахаваная лагчына ледавіковага выпавання і размыву – гляцыгенная калдобіна – лагчыннае возера; для тэрыторыі рэспублікі Беларусь у межах апошняга пакроўнага зледзянення быў ажыццяўлены аналіз морфагенетычных, морфаметрычных і лімналагічных характарыстык гляцыгенных калдобін і лагчынных азёр у мэтах вызначэння занальных і азанальных рыс і распрацоўка марфаметрычнай і лімналага-геаграфічнай тыпізацыі; на падставе статыстычнай апрацоўкі і аналізу вялікага масіву марфаметрычных і лімналагічных параметраў па азерам Беларусі вызначаны важкія карэляцыйныя сувязі паміж асноўнымі марфаметрычнымі характарыстыкамі і лімналагічнымі паказчыкамі лагчынных азёр; для лагчынных азёр і гляцыгенных калдобін разгледжаны і вылучаны чыннікі дазваляючыя вызначыць магчымасць іх рацыянальнага выкарыстання і аховы.

Атрыманыя вынікі могуць быць выкарыстаны для вучэбна-метадычных мэт, пры геалага-даследчых і гідраінжынерных працах пры распрацоўцы тэрытарыяльных схем прыродакарыстання.

## SUMMARY

Alexei A. Novic

## GLACIAL CHANNEL LAKES

Key words: glacial channel lake, glacial hollow, glacial exaration, glacial isostasy, morphometry of the lake hollow, ecological instability.

The object of scientific research is glacial hollows and as part of them: glacial channel lakes in the limits of the latest glaciation (at the example of Belarus Lake District). The subject of research is the geography of spreading of the glacial hollows and glacial channel lakes, their genesis, morphology, as well as their contemporary ecological condition and use.

The aim of the scientific research is based on the definition of genesis, geomorpho-logical and limnological features of glacial hollows and glacial channel lakes in respect of their ecological estimate and economy use (at the example of Belarus).

The main methods are: comparative-geographical, geology-geomorphological, morphometric, hydro-chemical, correlation, analytical and cartometric.

For the first time, in the research of glacial hollows and glacial channel lakes on the territory of Belarus Lake District, there was revealed the united genetic system of development and evolution of geomorphometric and limnological complexes. The complexes were based on the time principle: tectonic breaking – buried glacial washed hollow – glacial hollow – glacial channel lake. The analysis was carried out for the territory of Belarus in the sphere of the latest top-soil glaciation. Morphogenetic, morphometric and limnological characteristics were taken into account to clear out zonal and azonal features of glacial hollows and glacial channel lakes, for their morphogenetic and limnological typification. On the basis of statistic analysis of the great masses of morphometric and limnological features of Belarussian lakes, important correlation connections between the main morphometric characteristics and limnological indices of glacial channel lakes were established. There were also pointed out the most important criteria of ecological stability for the glacial channel lakes, which makes possible their rational use and protection.

The results obtained, can be used in teaching-methodologist purposes, during geological and hydro-engineering jobs, while working out territorial schemes of nature exploration.

Работа выполнена в Белорусском государственном университете

Научный руководитель: доктор географических наук, профессор  
**Якушко Ольга Филипповна**,  
Белорусский государственный университет,  
кафедра общего земледения

Официальные оппоненты: доктор географических наук, профессор  
**Губин Валерий Николаевич**,  
Белорусский государственный университет,  
кафедра динамической геологии

кандидат географических наук, доцент  
**Баско Александр Николаевич**,  
Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка,  
кафедра физической географии

Оппонирующая организация: Институт проблем использования природных ресурсов и экологии Национальной Академии наук Беларуси

Защита состоится «16» февраля 2005 г. в «14» часов на заседании совета по защите диссертаций Д 02.01.06 при Белорусском государственном университете по адресу 220050, г. Минск, пр. Скорины, 4 ауд. 116  
Тел. ученого секретаря: 209-55-58

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского государственного университета

Автореферат разослан «    » января 2005 г.

Ученый секретарь совета  
по защите диссертаций  
доктор географических наук,  
профессор

А. Н. Витченко