

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

© В. Г. ЧУВАРДИНСКИЙ

О ПРОИСХОЖДЕНИИ КОНЕЧНО-МОРЕННЫХ ПОЯСОВ НА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЕ

Введение. Общепринято, что в четвертичное время мощные ледниковые покровы надвигались на Восточно-Европейскую (Русскую) равнину со стороны Фенноскандии. Наиболее яркими и убедительными доказательствами вторжения ледников считаются «конечно-моренные» («краевые») образования, представляющие собой протяженные холмисто-грядовые пояса (холмистые валы). Они достигают в длину до десятков и даже сотен километров при относительной высоте во многие десятки метров, а местами до 120—175 м и в плане имеют линейные, дугообразные или фестончатые формы.

Согласно многочисленным научным статьям, учебникам по общей и четвертичной геологии, справочным пособиям, «конечные морены» Русской равнины являются ледниково-насыпными образованиями, они сформировались путем сгуживания разнообразного материала, принесенного покровными ледниками.

Такой насыпной механизм их формирования принят по аналогии с горными ледниками, на поверхность которых в изобилии поступает валунно-глыбовый и другой материал за счет обрушения нависающих горных склонов.

Но неожиданно произошел кардинальный пересмотр общепринятого механизма образования «конечно-моренных» поясов наших равнин. Развернувшиеся в 1970—1990 гг. геофизические, геологические и геоморфологические исследования с широким применением бурения и дистанционных (космоснимки, аэроснимки) методов, выполненные коллективами геологов в разных районах Восточно-Европейской платформы, неожиданно показали, что «конечно-моренные» пояса сложены не насыпной мореной, а дислоцированными породами кайнозоя, мезозоя и даже палеозоя. Более того, была установлена приуроченность краевых поясов к зонам разломов преимущественно субширотного простираения. Исследователи, установившие эти и ряд других важных закономерностей, тем не менее не отказались от ледникового генезиса этих поясов. Была выдвинута новая гипотеза их формирования — гляциотектоническая. Отошла в прошлое старая, добрая теория ледниково-насыпного механизма образования краевых поясов. Теперь ледниковому покрову на границах оледенений и стадий предстояло выпихивать, отторгать, собирать в складки породы платформенного чехла, действовать наподобие бульдозера, напором. Своеобразно был разрешен и вопрос сопряженности краевых образований и зон разломов: ледник использовал эти разломы как ослабленные зоны, благоприятные для более легкого отторжения горных пород.

На совещаниях по краевым образованиям в 1985 и 1990 гг. гляциотектонические воззрения господствовали уже практически безраздельно, так же как до этого господствовала теория ледниково-насыпного происхождения краевых поясов. Вместе с тем, и это надо признать, сторонниками новой концепции был собран огромный фактический материал по строению «конечно-моренных» образований. Ими было доказано чешуйчато-складчатое строение этих сооружений, доказана приуроченность их к сквозь-чехольным разломам фундамента, активным на неотектоническом этапе.

Фактический материал. 1. Западная часть Восточно-Европейской платформы. Беларусь. Наиболее интересные данные по строению «конечно-моренных» образований получены для территории Беларуси, в пределах которой расположены крупные «конечно-моренные» пояса — возвышенности Минская, Новогрудская, Ошмянская, Оршанская, Волковысская, а также Копыльская и Мозырская гряды. Эти пояса принято рассматривать в качестве границ оледенений нескольких ледниковых эпох и их крупных стадий.

По данным Э. А. Левкова [9], в Беларуси «максимальные и стадияльные границы распространения разновозрастных ледниковых покровов совпадают с разрывными нарушениями, установленными в коренных породах. Наиболее достоверно такое совпадение может быть доказано для последнего (валдайского) оледенения». Устанавливаются совпадения краевых образований, а также озов с разломами, в том числе «их размещение над разломными зонами и совпадение по ориентировке». Более того, геологические материалы, в том числе бурение, показывают, что «дислокации складчато-чешуйчатого типа, характерные для краевых образований, отчетливо тяготеют к разрывным зонам. Эти разломы устанавливаются как в пределах выступов кристаллического фундамента, так и на рубеже крупных положительных и отрицательных структур..., разрывы зачастую прослеживаются в осадочном чехле с заметным смещением вплоть до фундамента» [9].

Важные сведения по строению краевых образований приведены Л. А. Нечипоренко [12], который пришел к следующим выводам: «На размещение краевых гряд Белоруссии прямое влияние оказали структуры фундамента. Установлено, что краевые ледниковые формы, как правило, приурочены к наиболее поднятым участкам кристаллических пород и к зонам активизировавшихся дизъюнктивных нарушений, реже они расположены на некотором удалении от разломных зон». И далее: «Краевые образования Оршанской возвышенности как бы прислонены с северо-запада к Центрально-Оршанскому горсту и северному его разлому...»

На доминирующую роль разломной неотектоники в формировании краевых образований на севере Беларуси указывает В. Н. Губин [5], согласно данным которого «рельеф краевой зоны позерского оледенения отличается дискордантностью, наименьшей устойчивостью. Это обусловлено широким развитием здесь новейших тектоно-динамических процессов, вызванных позднечетвертичным тектогенезом и ротационным режимом земной коры». «В полосе краевых образований, — указывает далее В. Н. Губин, — геодинамические зоны сопряжены с участками новейшей тектонической активизации крупных разломов...»

Выводы В. Н. Губина подтверждаются работами Б. Н. Гурского и Р. И. Левицкой [6], которые на материалах исследований более широкого регионального плана пришли к следующему важному заключению: «Формирование краевых образований происходит под влиянием ряда факторов. Определяющим из них является тектонический, который часто проявляется в особенностях пространственного положения наиболее крупных краевых зон, отвечающих границам оледенений и крупных стадий. Особенно тесная связь существует между проявлениями неотектонической активности и главнейшими особенностями строения краевых образований (например, Белорусской гряды)».

Сопряженность разломов фундамента и краевых образований в южной части Беларуси доказывается в работе А. В. Матвеева [10]. Согласно его данным, «краевые образования, как правило, совпадают с зонами дизъюнктивных нарушений, активизировавшихся на неотектоническом этапе, при этом чем значительнее была амплитуда движений, тем грандиознее возникали гряды».

Новые данные по строению Ошмянской зоны краевых образований приводит Е. Н. Комаровский [8], по материалам которого «рассматриваемые краевые образования расположены ... в тектонически нарушенной зоне северо-восточного борта Воложинского грабена. В литосфере здесь проявляется Ошмянская зона древних глубинных разломов, по которой развиты неотектонические дислокации». Кроме того, в пределах Ошмянской разломной зоны отмечена связь геологического строения краевых

возвышенностей со структурой коренного основания, а мощные толщи отложений, имеющих чешуйчато-надвиговое строение, «сосредоточены над разрывными нарушениями и совпадают с ними по ориентировке». В заключении указывается: «Отмеченные соотношения краевых ледниковых образований и структуры коренного основания позволяют объяснить пространственное размещение, форму и стиль строения краевых образований активизацией древних разрывных нарушений Ошмянской зоны в антропогене» [8].

Итак, факты определенно свидетельствуют о тектоническом генезисе краевых образований. С неотектоническими движениями по разломам связано не только расположение краевых образований, но и их морфология и даже стиль строения. И тем не менее авторы, получившие эти ценнейшие фактические данные, стоят на позиции ледникового («гляциотектонического») генезиса краевых образований. Из белорусских исследователей только один Н. А. Капельщиков не пал ниц перед ледниковой теорией. На основании своих полевых работ, проведенных в белорусском Полесье, он установил, что краевые гряды и песчаные грядово-холмистые комплексы «являются одним из признаков проявления в современной поверхности трещинно-разрывной тектоники коренных пород». Выделяемые ранее формы ледникового рельефа имеют эрозионно-тектоническое происхождение [7].

2. Прибалтика. На основании исследований в Прибалтике и в Подмосковье А. И. Гайгала и М. И. Маудина [2] пришли к выводам, что в этих разобщенных районах краевые образования имеют много общего. Ими установлено, что формирование «чешуйчатых и отторженцевых конечных морен происходило на границах тектонических блоков (разломов)» и что в краевых моренах, сопряженных с зонами разломов, имеется примесь «глубинных элементов — галлия, бария, иттрия, иттерия и др.». Они подтверждают тектоническую природу фестончатости краевых образований (которая обычно используется для доказательства ледникового генезиса конечных морен). «Фестончатый рисунок краевых ледниковых образований в плане отражает тектоническую структуру фундамента», — пишут А. И. Гайгала и М. И. Маудина, связывая затем тектонические движения с ледниковой нагрузкой.

Широко известные конечно-моренные образования Синие горы (Синемяэ) на северо-востоке Эстонии оказались сложенными дислоцированными породами кембрия и ордовика. Геологическим картированием с применением бурения было установлено, что дислоцированная полоса сопряжена с зоной разрывных нарушений, ограничивающих эту структуру с северо-востока. Кроме того, севернее Синих гор установлено складкообразное поднятие, в осевой части которого выходят отложения ордовика и кембрия, что позволило Э. Ю. Саммету [16] высказать предположение о неотектонической природе Синих гор.

Геолого-геофизические работы, проведенные А. И. Шляупой [22], показали, что рельеф Литвы и Латвии, в том числе и краевые образования обязаны неотектоническим движениям, новейшей активизации сквозьчехольных разломов. Но, как и в случае с Н. А. Капельщиковым в Беларуси, выводы А. И. Шляупы не нашли поддержки среди четвертичников.

3. Центральная и северная часть Русской платформы. На «Карте поясов краевых образований...» (Е. П. Заррина, Д. Д. Квасов, И. И. Краснов) к поясам краевых образований московского оледенения и его стадий отнесены Смоленско-Московская возвышенность (длиной более 500 км) и Клиско-Дмитровская гряда. Исследования, проведенные М. П. Гласко и Е. Я. Ранцман [3], не подтверждают этого. По полученным данным «Смоленско-Московская возвышенность, Клиско-Дмитровская гряда и Окско-Москворецкая возвышенность приурочены к зонам сочленения крупных тектонических структур платформы, которые отличаются значительными амплитудами смещения поверхности фундамента ... Следовательно, — пишут они, — формирование этих морфоструктур обусловлено активностью дизъюнктивных нарушений фундамента, которые сквозь платформенный чехол отражаются в современном рельефе».

Как уже указывалось, к выводам о зависимости краевых образований Подмосковья (и Прибалтики) от структуры фундамента пришли А. И. Гайгала и М. И. Маудина [2].

Пионерной работой, в которой установлена прямая связь «конечно-моренных» образований с разломами фундамента, является большая статья В. И. Бабака, В. И. Башилова и Н. И. Николаева [1]. Проведя полевые работы, проанализировав геологические и геофизические данные, а также выполнив большой объем работ по дешифрированию аэроснимков нечерноземной зоны РСФСР, авторы пришли к выводу о разломно-блоковом строении этой территории и установили «зависимость распределения конечных ледниковых образований от живущей блоковой структуры фундамента». Подтверждено также, «что структуры новейшего этапа развития типа валов и приуроченные к ним локальные положительные структурные формы осадочного чехла располагаются над разломами фундамента, оправдывая их характеристику как приразломных структур, связанных с движениями отдельных блоков фундамента».

4. Северная часть Украинского щита и общие закономерности строения холмисто-грядового рельефа. Сопряженность краевых образований и разломов фундамента отмечается и на Украине. По данным В. П. Палиенко [13], в северной части Украины «границы распространения краевых ледниковых образований контролируются крупными разломными нарушениями. Значительная часть краевых ледниковых образований напорного типа образовалась на стыках морфоструктур, испытавших контрастные неотектонические движения, причем большинство из этих образований сосредоточено вдоль зон разломных нарушений». В. П. Палиенко также установил, что «приразломные напорные краевые ледниковые образования чаще всего наблюдаются в пределах крупных трансрегиональных шовных зон, характеризующихся мелкоблоковой структурой и повышенной неотектонической мобильностью». Установлено также, что Каневские и Ольшанские дислокации приурочены к Головановской шовной зоне, дислокация горы Пивихи — к Западно-Ингулецкой шовной зоне. Ряд краевых образований «приурочен к активным в четвертичное время брахиантклиналильным структурам» [13].

Не все украинские геологи считают нужным привлекать ледник, чтобы установить генезис подобных структурных форм рельефа. Геологические, геоморфологические и буровые работы, проведенные в северной части Украинского щита, позволили установить, что краевые «ледниковые образования», другие типы «ледникового» рельефа, в том числе гляциодепрессии «созданы движениями неотектонических структур и представляют собой тектонопары, приуроченные соответственно к зонам сжатия и растяжения» [17].

Изложенные данные по строению и закономерностям размещения краевых ледниковых («конечно-моренных») образований на Восточно-Европейской равнине имеют первостепенное значение для установления действительного их генезиса. Эти данные могут быть кратко подытожены.

1. Установлена приуроченность краевых ледниковых поясов к сквозьчехольным платформенным разломам и доказана сопряженность тех и других. Приведены доказательства неотектонической активизации разломных зон фундамента — тех из них, которые коррелируются с краевыми образованиями. Более того, установлено, что новейшие тектонодинамические процессы вызывали формирование не только «конечно-моренных» (краевых) поясов, но и обуславливали особенности их структурного строения.

2. Доказано чешуйчато-надвиговое строение грядово-холмистого рельефа «конечно-моренных» (краевых) поясов. Дислоцированные пласты (скибы, чешуи) частью имеют моноклинальное залегание, частью собраны в антиклинальные складки продольного сжатия с пологими или крутыми крыльями. Дислоцированные пласты сложены породами платформенного чехла — кайнозойскими, мезозойскими и палеозойскими.

3. В системе краевых образований выделяются две категории разрывных структур: сквозьчехольные разломы фундамента, на которые «насажены» краевые образования, и вторичные разрывы зон динамического влияния осевых разломов фундамента. С осевыми и оперяющими разломами связаны отторженцевые фации краевых образований.

Итак, мы видим, что сторонники ледниковой теории собрали богатый материал по строению краевых образований и что они установили непосредственную их связь с не-

отектоническими разломами фундамента и чехла платформы. Можно сказать, что краевые гряды и другие «гляциотектонические» образования образуют единые парагенезисы с неотектоническими разломами и что движения по разломам приводят к нарушению, к дислоцированию пород чехла и сучиванию их в грядово-холмистые приразломные и надразломные комплексы.

Но сторонники ледникового учения не могут поступиться принципами и даже не пытаются объяснить явления, происходящие в платформенном чехле, с тектонических позиций.

Ледниковое воздействие на платформенный чехол Русской равнины нередко видится настолько мощным, что даже основоположники концепции об огромной напорной и выпахивающей деятельности покровных льдов нередко приходят в растерянность и не могут найти вразумительного ответа. Так, А. И. Москвитин [11] пишет о «непонятности перемещения ледником целых гор», а В. Г. Хименков [18] констатирует, что «проявления механической роли ледников в Подмосковном крае настолько грандиозны, что мы становимся перед ними в тупик».

Но, может быть, покровные ледники действительно могут выполнить возложенную на них грандиозную работу? Очень хорошо, что на Земле имеются мощные материковые льды и ледниковые купола и сама природа дает ответ на этот вопрос.

5. Рельефоформирующая способность современных ледников. К настоящему времени усилиями гляциологов и буровиков, геологов и инженеров изучены физика и динамика ледников и произведено их разбуривание. Установлено, что покровные ледники движутся посредством вязкопластичного течения льда и скольжения элементарных пластинок льда по внутриледниковым сколам. Скорость движения значительно меняется по разрезу ледниковой толщи. Активней всего перемещается верхняя и средняя толща льда, тогда скорость движения придонных слоев снижается почти до нуля, а самые базальные слои льда на границе с подстилающими породами обездвижены и не участвуют в общем движении льдов. Они не могут выпахивать подстилающие горные породы, не в состоянии перемещать валуны и фактически консервируют ледниковое ложе.

Эти выводы основательно подтверждены материалами по сквозному разбуриванию покровных льдов Антарктиды и Гренландии. В Антарктиде, в разных ее районах пробурено 5 скважин, достигших ледникового ложа (скважины на станциях Бэрд, Восток, Кюнел, Купол С, Купол F). Соответственно они достигли коренного ложа на глубинах 2164, 3650, 2774, 3029 м [14].

В Гренландии покровный ледник также насквозь разбурен пятью скважинами [15]. Из них на станции Кэмп-Сенчури коренное ложе находится на глубине 1391 м, на станции Дай-3 оно лежит на глубине 2037 м, а на станциях GRIP и GISP-2 буровой снаряд достиг ледникового ложа соответственно на глубинах 3029 и 3053 м. Самой глубокой оказалась скважина на станции NGRIP. Она достигла коренного ложа на глубине 3091 м.

Главный и неожиданный результат этого разбуривания — отсутствие по всему разрезу ледниковой толщи моренных включений. Не обнаружено моренных включений и в придонных частях этих мощнейших льдов. А ведь во всех учебниках, словарях и энциклопедиях именно все придонные части ледников изображаются в виде непрерывной и мощной — во многие сотни метров — мореносодержащей толщи ледника с огромными (до нескольких десятков метров в поперечнике) глыбами и валунами коренных пород. Но буровые данные ясно показывают, что в придонных частях покровных ледников не имеется минеральных включений, видимых «невооруженным глазом», в редких случаях наблюдаются «агрегаты пылевидных частиц».

И только с помощью микроскопа во льду удастся выявить те или иные минеральные и органические «примеси». Что это за примеси? Для самой глубокой скважины — 3680 м, пробуренной во льдах Антарктиды (ст. Восток), дается следующее описание этих «примесей»: вулканический пепел, частицы метеоритов микронной размерности (космическая пыль), а также споры и пыльца растений [21].

Появление этих частиц во льду обязано эоловым процессам и поступлению космического вещества, но никак не выпахивающей деятельности ледника. От такого поня-

тия, как выпахивающая деятельность покровных ледников, пора окончательно отказаться, так как теперь выясняется, что мощнейшие материковые льды не могут «выпахать» даже воду подледниковых озерных водоемов Антарктиды и Гренландии. Эти реликтовые тектонические озера возникли еще до начала формирования ледников, перекрывших их впоследствии. Наиболее крупное из подледниковых озер — оз. Восток в Центральной Антарктиде — по площади превышает Онежское озеро и гораздо глубже его. Имеется немало данных, что даже горные ледники не эродируют подстилающие песчаные отложения, из-под них вытаивают доледниковые почвы, полигональные грунты, поля викингов, не распаханное ледником. Под ледниками сохраняется даже промерзшая тундровая растительность [19, 21].

Заключение. Теперь можно считать доказанным, что покровные (и даже горные) ледники не в состоянии выполнять приписываемую им работу по преобразованию ложа. Нет никаких оснований декларировать дислоцирование льдами отложений и пород платформенного чехла, возведение ими грандиозных «конечно-моренных» поясов и транспортировки громадных отторженцев («целых гор») на сотни километров. Имеющиеся обширные данные определенно доказывают, что формирование краевых грядово-холмистых поясов, отторженцев и дислокаций толщ пород обусловлено тектоническими движениями по активизированным разломам.

Происхождение системы разломов и генезис сопряженных с ними поясов краевых образований следует связывать с неотектоническим развитием крупнейшего в Европе выступа кристаллического фундамента — Балтийского щита. Тектоническая активизация щита, знакопеременный тип сводовых движений, оживление авлакогенов Балтийской впадины и образование систем неотектонических разломов вызваны горизонтальным тектоническим давлением с северо-запада. На это указывает северо-западная ориентировка осей наибольшего горизонтального сжатия в земной коре Фенноскандии [20].

Второй вопрос, чем вызвано однонаправленное горизонтальное давление, должен решаться в рамках концепции позднекайнозойского раскрытия и формирования океанической впадины Ледовитого океана и новейшего спредингового расширения океанического дна Северной Атлантики. Знакопеременные — восходящие и нисходящие движения Балтийского щита привели не только к активизации разломной сети щита, но и вызвали волнообразное коробление погребенного кристаллического фундамента платформы, привели к формированию системы концентрических разломов, отвечающих шарнирным линиям Саурамо. Эти разломы следует рассматривать как разломы зоны динамического влияния Балтийского щита.

Разломы, сформировавшиеся в зоне динамического влияния Балтийского щита, относятся к типу адаптивных разломов, приспособившихся к регматической сети разрывов и унаследовавших их крутое падение. Дальнейшее развитие системы дугообразных разломов происходило преимущественно в режиме горизонтального тектонического сжатия. На это прежде всего указывают установленные многими исследователями субвертикальные (взбросовые) блоковые поднятия, субгоризонтальные перемещения крыльев разломов с надвиганием одного крыла на другое, а также чешуйчато-надвиговый тип надразломных структур чехла. О развитии разломов в режиме горизонтального тектонического сжатия свидетельствуют многочисленные данные о выведении по ним на поверхность отторженцев — аллохтонных пластин пород глубоко залегающего чехла.

При этом в процессе развития коровых глубинных разломов в составе тектонической брекчии на дневную поверхность могут быть подняты блоки, глыбы и валуны кристаллических пород архей-протерозойского фундамента, что установлено в ряде структур [20].

Тектонический генезис поясов краевых образований основывается на системе данных, образующих единый парагенетический ряд.

1. Сопряженность сквозьчехольных разломов фундамента и краевых грядовых комплексов, совпадение простираения разломных зон и поясов краевых образований, надразломное или приразломное положение последних.

2. Субвертикальные (взбросовые) движения по разломам, сопряженным с краевыми образованиями.

3. Чешуйчато-надвиговая (скибовая) структура краевых образований как результат взбросо-надвигового перемещения по вторичным разрывам чешуй платформенного чехла.

Эти выводы хорошо согласуются с концепцией выдающегося французского тектониста Ж. Гогеля [4]: «Тектоника осадочного чехла в подавляющем большинстве случаев вызвана деформациями фундамента».

Список литературы

- [1] Бабак В. И., Башилов В. И., Николаев Н. И. Неотектоника как основа геоморфологического районирования территории Нечерноземья // Природные условия нечерноземной зоны РСФСР. № 1. М., 1982. С. 17—42.
- [2] Гайгала А. И., Маудина М. И. Влияние неотектоники на формирование состава ледниковых отложений и краевых образований Прибалтики и Подмосковья // Краевые образования материковых оледенений. Минск: Наука и техника, 1990. С. 32—33.
- [3] Гласко М. П., Раницман Е. Я. О морфоструктурных узлах — местах активизации современных рельефообразующих процессов // Геоморфология. 1992. № 4. С. 21—27.
- [4] Гогель Ж. Основы тектоники. М.: Мир, 1969. 440 с.
- [5] Губин В. Н. О тектонно-динамических процессах в краевой зоне позерского оледенения на территории БССР // Краевые образования материковых оледенений. Минск: Наука и техника, 1990. С. 42—43.
- [6] Гурский Б. Н., Левицкая Р. И. Тектонический фактор в формировании краевых образований // Краевые образования материковых оледенений. Минск: Наука и техника, 1990. С. 44—45.
- [7] Капельщиков Н. А. Остаточные формы рельефа и их связь с новейшими тектоническими движениями // Строение и развитие платформенного чехла Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1976. С. 96—104.
- [8] Комаровский М. Е. О соотношении краевых образований и структуры коренного основания в пределах северной части Минской и Ошмянской возвышенностей // Геология четвертичных отложений и новейшая тектоника ледниковых областей восточной Европы. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1993. С. 48—49.
- [9] Левков Э. А. Гляциотектоника. Минск: Наука и техника, 1980. 279 с.
- [10] Матвеев А. В. Особенности формирования краевых ледниковых возвышенностей Белоруссии // Краевые образования материковых оледенений. (Тез. докл. Всес. совещ.). М.: Наука, 1985. С. 63—65.
- [11] Москвитин А. И. Происхождение и возраст Вышневолоцко-Новоторжского вала. Бюл. МОИП 1938, отд. геол. № 16. Вып. 3. С. 57—66.
- [12] Нечипоренко Л. А. Закономерности размещения краевых ледниковых образований Белоруссии // Краевые ледниковые образования материковых оледенений. М.: Наука, 1985. С. 74—76.
- [13] Палиенко В. П. Морфоструктурные условия гляциоморфогенеза на Украине // Стратиграфия и корреляция морских и континентальных отложений Украины. Киев: Наукова думка, 1987. С. 143—148.
- [14] Талалай П. Г. Глубокое бурение в Антарктике: новые проекты // Природа. 2007. № 6. С. 35—49.
- [15] Талалай П. Г. Первые итоги бурения самой глубокой скважины во льдах Гренландии // Природа. 2005. № 11. С. 32—39.
- [16] Саммет Э. Ю. Некоторые вопросы четвертичной геологии и геоморфологии западной части Ленинградской области // Палеогеография четвертичного периода. М.: Изд-во МГУ, 1961. С. 7—20.
- [17] Тимофеев В. М., Кошик Ю. А., Комлев А. А., Бортник С. Ю. Структурно-тектонический контроль формирования гляциодепрессий и холмисто-грядового рельефа Северной Украины // Краевые образования материковых оледенений. Минск: Наука и техника, 1990. С. 124—125.
- [18] Хименков В. Г. О некоторых типах ледниковых дислокаций в Подмосковном крае // Тр. Второй Междунар. конф. Ассоциации по изучению четвертичного периода Европы. Л.; М., 1933. С. 191—198.
- [19] Чувардинский В. Г. О ледниковой теории. Происхождение образований ледниковой формации. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1998. 302 с.
- [20] Чувардинский В. Г. Неотектоника восточной части Балтийского щита. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2000. 287 с.
- [21] Чувардинский В. Г. Букварь неотектоники. Новый взгляд на ледниковый период. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2008. 85 с.

- [22] Шляуна А. И. Неотектонически активные разломы и локальные структуры западной части Литвы и Латвии // Четвертичные отложения и новейшая тектоника ледниковых областей Восточной Европы. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1993. С. 63—64.

Апатиты,
Мурманская обл.
Lavrentieva@arcticsu.ru

Поступило в редакцию
10 марта 2011 г.

Изв. РГО. 2011. Т. 143. Вып. 6

© В. А. РУМЯНЦЕВ, Л. К. ЕФИМОВА, В. Ч. ХОН

О ВОЗМОЖНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА И ВОДНОГО БАЛАНСА ВОДОСБОРОВ ОЗЕР ОНЕЖСКОГО И ИЛЬМЕНЬ В БУДУЩЕМ, ПО ДАННЫМ РЕГИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КЛИМАТА RCAO

Показатели гидротермического режима водосборов озер существенно влияют на формирование их водного баланса, от которого зависят сток в озеро и, следовательно, объем водной массы, уровень и экологическое состояние озера. По этой причине исследования закономерностей формирования термического режима и водного баланса водосборов озер и их изменения при ожидаемых изменениях климата весьма актуальны и необходимы прежде всего для целей планирования природопользования и оценки динамики изменений водных запасов озер. Уже в течение ряда лет в Институте озероведения РАН и Институте физики атмосферы РАН проводится цикл таких исследований.

Результаты новейших разработок упомянутого коллектива, относящиеся к анализу формирования водных запасов озер при изменениях температуры приземного воздуха и водного баланса (разности между осадками и испарением) на водосборах Онежского озера и озера Ильмень, будут рассмотрены в данной статье. Данные результаты получены в расчетах, проведенных с использованием прогностической модели RCAO, разработанной в Центре им. Россби Метеорологического и гидрологического института Швеции. Следует заметить, что модель RCAO, как это отмечается во многих публикациях, отличается надежным воспроизведением климата в регионе, охватывающим Европу и примыкающие к ней акватории Атлантического океана [3]. Модель имеет горизонтальное разрешение, равное 49 км, при котором на водосборы Онежского озера (66 284 км²) и оз. Ильмень (67 300 км²) приходится достаточное для корректного воспроизведения моделируемых процессов количество узлов модельной сетки. Данные в узлах модельной сетки модели RCAO в наших расчетах усреднялись по водосборам озер с весами, пропорциональными широте.

В работе проанализированы результаты расчетов по модели RCAO для двух вариантов условий на ее границе, взятых из известных глобальных климатических моделей ECHAM4/OPYC3 (Метеорологический институт им. Макса Планка, Германия) и HadCM3 (Центра им. Гадлея, Великобритания) [2, 6]. Численные эксперименты проводились для двух 30-летних периодов: 1961—1990 гг. (контрольное интегрирование) и периода 2071—2100 гг., для которого были использованы сценарии A2 и B2 антропогенного роста в атмосфере концентрации парниковых газов и аэрозоля [4, 5]. Как известно, сценарий A2 характеризует верхний предел возможной эмиссии парниковых газов и соответствует максимальному увеличению эквивалентной концентрации углекислого газа (до 850 миллионов долей в 2100 г.). Сценарий B2 соответствует более низкому содержанию парниковых газов (до 620 миллионов долей в 2100 г.). Этот сценарий близок к инерционному прогнозу увеличения эмиссии парниковых газов, начиная