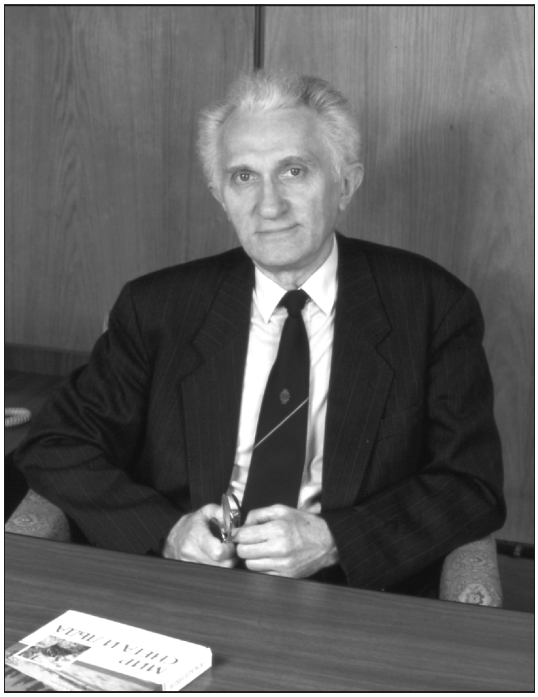
Директору Института географии РАН академику В.М. КОТЛЯКОВУ — 80 лет



Дорогой Владимир Михайлович!

Географы Московского университета сердечно поздравляют Вас, выпускника МГУ, выдающегося географа и гляциолога, с юбилеем. Желаем Вам здоровья, успехов, счастья и той неутомимой энергии и доброжелательности, которые отличают Вас всегда.

УДК

В.М. Котляков[1]

СОВРЕМЕННОСТЬ ГЕОГРАФИИ

В статье обосновывается понятие о географии как фундаментальной науке, рассмотрена ее роль в доказательствах циклического характера развития природы Земли. На основе изучения ледяного керна из глубокой скважины на станции Восток в Антарктиде анализируются четыре климатических цикла, показано, что современная эпоха не выходит за рамки изменений, бывших на Земле на протяжении последнего полумиллиона лет.

Ключевые слова: география, цикличность, Земля, климатические циклы.

Мой путь в географию. Прошло более 55 лет с тех пор как я закончил географический факультет МГУ. В то время (впрочем, как и сейчас) геофак давал очень высокий уровень образования. Деканом факультета тогда был К.К. Марков, уже на склоне лет ставший академиком. Сказать только, что он был уважаемым деканом, — это не сказать почти ничего. В нем изумительно сочетались талант, дерзание и широкий кругозор исследователя, способности организатора науки, мастерство педагога и воспитателя молодого поколения географов, искусство преподавателя и популяризатора географических знаний.

Позднее в своей замечательной книге “Воспоминания и размышления географа” К.К. Марков подчеркивал: “Географ должен не только заимствовать данные геолога для их географической трактовки, но сам должен добывать эти данные, выступая как полевой и лабораторный исследователь”. В 1947 г. он основал первую в СССР кафедру палеогеографии на факультете и развивал идеи метахронности природных событий в четвертичное время. В это время он завершал работу над монографией “Палеогеография”, которая быстро завоевала большую популярность.

Девизом географического факультета того времени было глубокое изучение природы своей страны для рационального ее использования, способствующего подъему и развитию народного хозяйства. Надо помнить, что это были годы больших строек коммунизма, экстенсивного освоения природы, когда в ходу был знаменитый лозунг И.В. Мичурина: “Мы не можем ждать милостей от природы, взять их у нее — наша задача”. Мы искренне верили в беспредельность и неисчерпаемость природных богатств нашей великой страны, помнили о большом вкладе России и Советского Союза в географическое постижение мира.

Мой учитель Н.А. Гвоздецкий прививал студентам не только знания, но и внимание к слову, много раз повторяя, что география не может быть “сухим” предметом, а потому географические работы должны ярко и сочно передавать дух и красоту природы. Наверное, я был благодарным учеником, потому что все мои студенческие работы содержали не только научный анализ, но и живые картины природы тех уголков нашей страны, где я побывал.

Большинство предметов на всех курсах были исключительно интересны. Все мы преклонялись перед лекциями профессора И.С. Щукина, уже тогда очень немолодого. Он читал курс общей геоморфологии, превосходно описанный в его трехтомном учебнике. Внешне он говорил бесстрастно, но при этом лился поток интересных фактов и глубоких знаний, — и это завораживало студентов.

Кафедра физической географии СССР, которую я выбрал, давала очень широкое географическое образование. Ее курсы охватывали практически все стороны физической географии (но не исключали и экономической географии) и были весьма глубокими. Общая геоморфология в подаче И.С. Щукина рассматривала большинство тогдашних концепций формирования рельефа; метеорология и климатология скрупулезно обрисовывали и физику и географию формирования климатов; ботаническая география описывала биоразнообразие окружающего нас мира и давала необходимые основы ботаники, включая латинские названия главных представителей растительного мира; география почв добавляла знания и о поверхностных процессах, и об истории формирования плодородия тех или иных земель.

Конечно, сейчас, спустя почти 50 лет, содержание географического образования сильно изменилось. На географических факультетах все бóльшие позиции занимают элементы геоэкологии, которая нередко стремится заменить собой географию. Но экологические проблемы, столь важные для будущего людей, суть порождение разных сторон антропогенной деятельности, выходящей далеко за географическое поле. География же — это одна из фундаментальных наук, описывающая и объясняющая основы мироздания. Именно так нам преподавали семью географических наук, стараясь увязать отдельные курсы в единую систему. И я думаю, на географическом факультете МГУ это получается неплохо.

[1] Институт географии РАН, академик РАН, директор, *e-mail*: vladkot4@gmail.ru

География как фундаментальная наука. К фундаментальным наукам естественного профиля принято относить семь наук. Если соблюдать примерный порядок их зарождения, то следует назвать астрономию, географию, математику, физику, химию, биологию и геологию. География наряду с математикой, историей, философией — древнейшая наука. Она зарождалась в эпоху Античности. На протяжении веков главным содержанием географии было открытие и описание "новых" земель и океанских просторов. Тенденция фиксировать индивидуальные явления на поверхности Земли привела к становлению хорологии, страноведения, региональных подходов. Вместе с тем ученые стремились выявлять и объяснять черты их сходства и различия, объединять в сходные категории, классифицировать, что закладывало основы общей, или системной, географии.

На последующих этапах развития от географии отпочковались геология, биология и другие науки, приобретавшие самостоятельное значение. Эпоха Великих географических открытий расширила горизонты научного мышления и утвердила представления о целостности мира. В XVIII и начале XIX в. был достигнут существенный прогресс в познании природных явлений на поверхности Земли.

В ходе мирового развития общие черты географической мысли определялись главными достижениями естественных наук и развитием новых технологий, циклической эволюцией общества, политическими событиями всемирного масштаба, внутренней логикой развития науки и ее ветвей, сменой парадигм в ходе научных революций. Специфика развития географической науки определялась прежде всего традициями национальных школ, таких, как французская школа географии человека с ее устойчивой социальной направленностью; германская школа с традициями углубленного теоретического анализа, регионального планирования и геополитики; англо-американская и шведская школы теоретической географии и широкого использования количественных методов.

Вся совокупность географических наук, всегда привязанных к территории или акватории, подразделяется на две главные части — общую географию, или землеведение, и региональную географию, или страноведение. Обе эти части географии отражают ее единство, так как описывают и объясняют взаимосвязи и взаимодействие большого числа компонентов географической оболочки, как природных, так и общественных. Исследуя социальную и природную сферы, география не противопоставляет их, а изучает во взаимоотношении и взаимодействии. В географии равноправно сосуществуют, взаимовлияют и взаимопереплетаются две ее основные ветви — физическая (естественно-научная) и социально-экономическая (общественная) география.

Хотя социальное имеет свою внутреннюю надприродную логику развития, оно в то же время подчинено общеприродным закономерностям. Природная предопределенность в той или иной мере свойственна всем сферам общественной жизни на любой стадии исторического развития, так как человек — звено эволюции, часть природы и может существовать лишь благодаря постоянному обмену с ней. Поэтому законы социальных наук имеют в своей основе природную составляющую, это роднит их с законами естественных наук и позволяет сохранять единство географии.

География включает ряд частных научных дисциплин и направлений, на которые она подразделилась в процессе эволюции географических знаний (рис. 1). Однако все эти науки сохраняют общий инструмент исследований — сравнительно-географический (сравнительный) метод и используют общий язык — карту, а в последние годы широко применяются дистанционное зондирование, космические методы исследований и геоинформационные системы.

В изучении окружающей среды обширны связи географии с физикой, химией, биологией и геологией, а в общественной географии — с региональной экономикой, демографией, социологией. География активно использует методы других фундаментальных наук — исторические, физические, кибернетические, математические, геохимические и др. Однако она имеет и свои собственные предмет и метод и соответственно свою единую терминологическую систему [3].

В своих ранних исследованиях, пришедшихся на Международный геофизический год (1957—1959), я сделал два глобальных вывода, которые впоследствии разрабатывал на протяжении десятилетий: 1) баланс массы Антарктического ледникового покрова положителен и масса льда в Восточной Антарктиде возрастает, что сдерживает подъем уровня Мирового океана; 2) великие оледенения Земли включают не только широкое распространение ледников, но и значительное увеличение снежности Земли и многих сопутствующих природных явлений.

Циклический характер развития природы Земли. Когда-то нам внушали, что развитие мира идет по спирали. Пожалуй, правильнее его представлять циклическим, развивающимся волнообразно. "Волны" эти несимметричны: стадия перехода к кризису, как правило, намного короче, чем стадия выхода из него, и нередко приобретает "обвальный" характер. Таков главный закон развития и в природе, и в социальной сфере. Циклы эти и особенности их восходящей и нисходящей стадий еще предстоит объяснить.

Подобным же образом развивается и природа земного шара, что было ярко показано на материалах, полученных из глубокой скважины, пробуренной на российской станции Восток в Центральной Антарктиде [4, 8].

За многие и многие тысячелетия климат в разных частях Земли подвергался и продолжает подвергаться циклическим изменениям разной продолжительности, природа которых во многом еще не изучена. Через механизм общей циркуляции атмосферы климатиче-

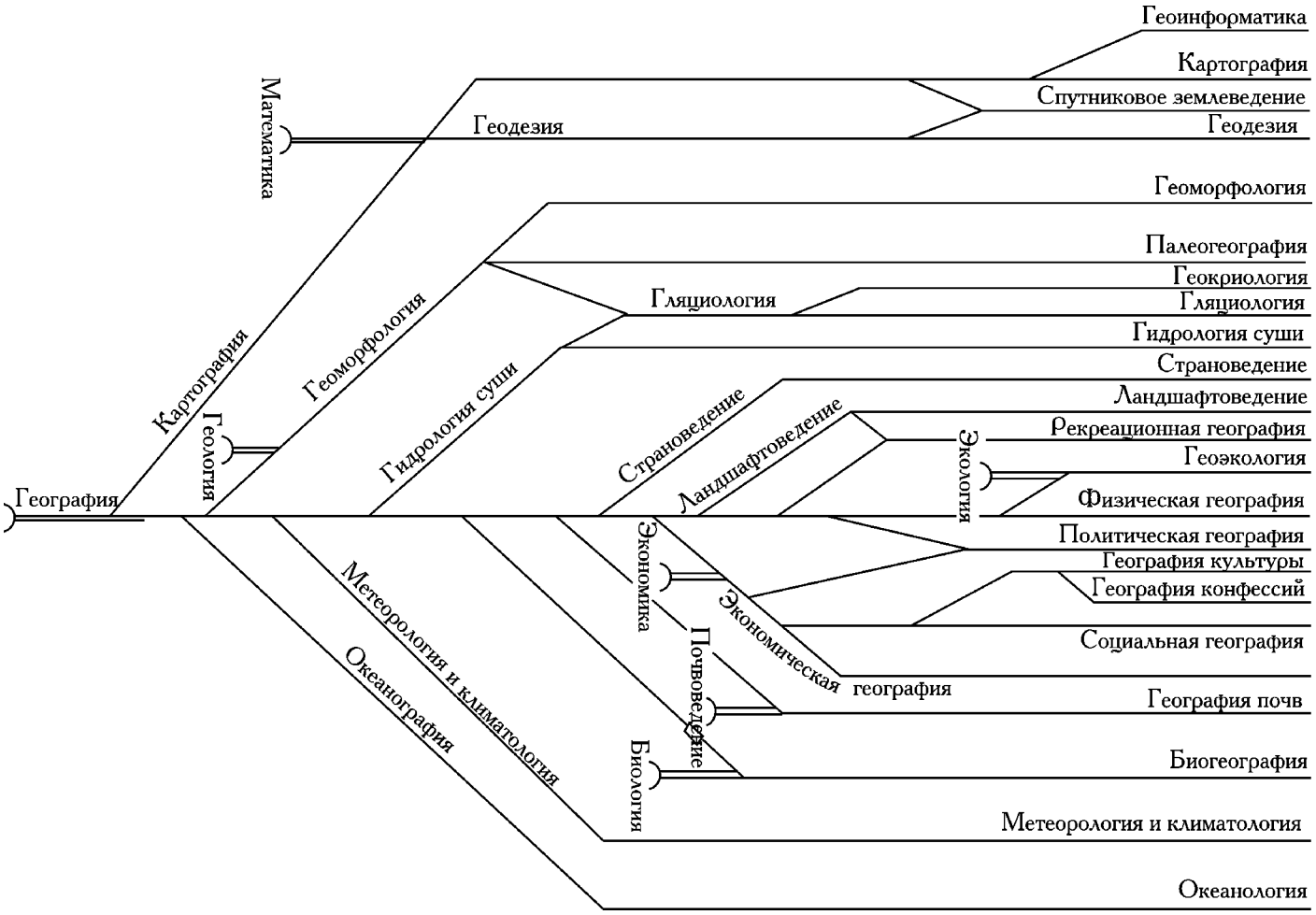


Рис. 1. Древо географии

ские колебания распространяются по всей планете. Каковы бы ни были причины глобального воздействия и где бы ни находились его источники, последствия проявляются повсюду и запечатлеваются в горных породах и почвах, донных осадках и коралловых рифах, в спорах и пыльце, в древних отложениях, а также на спилах деревьев. Сравнительно недавно к свидетелям былых климатических изменений добавился ледяной керн, извлеченный из глубоких скважин, пробуренных на полярных ледниковых покровах.

В Центральной Антарктиде на высоте 3490 м над уровнем моря средняя годовая температура воздуха составляет –55,5 °С, а за год накапливается всего 23 мм осадков. Толщина льда близка к 3700 м; таким образом, вся толща содержит лед, отложенный на протяжении нескольких сотен тысяч лет. Изотопный профиль из скважины на станции Восток (рис. 2) характеризует температурные условия в полярных областях за последние 420 тыс. лет и позволяет сделать следующие заключения.

1. Концентрация парниковых газов и глобальная температура в прошлом изменялись параллельно, но содержание газов резко возросло за последние 100 лет, тогда как изменения температуры не выходят за рамки ее естественных флуктуаций.

2. Уровень климатического оптимума голоцена на 1,5—2 °С ниже максимальной температуры предыдущего межледниковья, когда естественно никакого антропогенного влияния на Земле не было.

3. Голоцен, продолжающийся уже около 11 тыс. лет, намного длиннее предыдущих четырех межледниковых периодов и в ближайшем геологическом будущем, очевидно, сменится новой ледниковой эпохой.

4. Идея глобального потепления вследствие парникового эффекта требует понимания естественной изменчивости природных процессов, на которые накладывается антропогенное влияние.

Изучение ледяного керна из скважины на станции Восток показывает, что заключительные этапы днепровского (рисского) оледенения были такими же холодными, как и максимум валдайского (вюрмского) оледенения. Переход от днепровского оледенения к последнему (рисс-вюрмскому) межледниковью сопровождался потеплением на 12°, но межледниковье было коротким и резко сменилось новым оледенением. В последнюю ледниковую эпоху хорошо заметны три температурных минимума, разделенные двумя периодами, когда температура была на 4° и 6° соответственно выше, чем в позднем плейстоцене. В целом по данным ледниковых скважин можно сделать вывод,

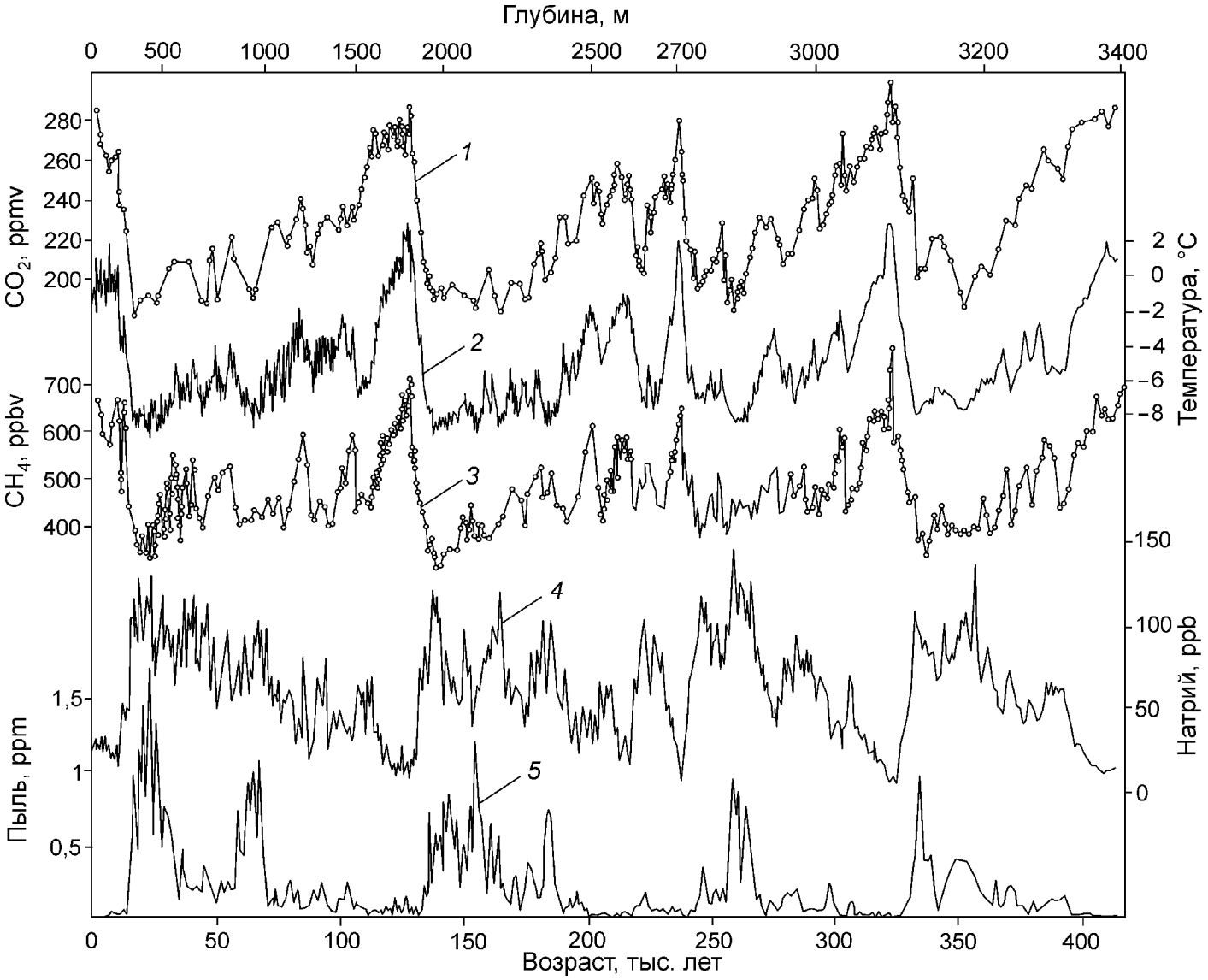


Рис. 2. Изменения температуры, содержания парниковых газов и аэрозолей в ледяном керне из глубокой скважины на станции Восток, охватывающем 420 тыс. лет. Сверху вниз: *1* — содержание CO_2; *2* — отклонение температуры от современной; *3* — содержание CH_4; *4* — содержание натрия во льду; *5* — содержание пыли во льду

что холодная эпоха позднего плейстоцена завершилась 10—13 тыс. л.н., кульминация же этого периода имела место около 20 тыс. лет назад, т.е. синхронно с максимумом похолодания на других материках. Результаты, полученные на станции Восток, согласуются с данными об изменении объема всего континентального льда на Земле.

Расчеты на основе данных глубинного керна показывают, что в ледниковые эпохи в полярных областях снега отлагалось вдвое меньше, чем в настоящее время. Такое заключение вполне естественно, ибо еще Р. Скотт и другие ученые в начале XX в. утверждали, что при глобальном похолодании количество выпадающих осадков уменьшается. К тому же в ледниковые эпохи массивы льда в океане разрастались, смещая источники водяного пара от ледниковых щитов.

В то же время для ледниковых эпох характерно не только общее похолодание, но и резкое усиление контрастов между разными широтами, между сушей и океаном и, следовательно, рост энергии всех океанических и атмосферных процессов. В периоды глобальных похолоданий усиливались океанические и атмосферные течения, а также активизировались циклонические процессы на границе ледниковых покровов. Доказательства более сильной атмосферной циркуляции в ледниковые эпохи принесли результаты измерений концентрации континентальных и морских аэрозолей в ледяном керне из скважин. Типичный индикатор — аэрозоли алюминия и натрия. Концентрация и тех и других возрастает в ледниковые эпохи. На станции Восток в плейстоценовом льду концентрация континентальной пыли в 70 раз, а морских аэрозолей — в 5 раз больше, чем в голоценовом льду. Главная причина этого — усиление ветров из-за роста межширотных контрастов. Важную роль играло и опустынивание предледниковых областей, и их рас-

ширение из-за осушения шельфов при эвстатическом снижении уровня моря, так как часть воды расходовалась на формирование ледниковых покровов.

Таким образом, все химические параметры, исследованные в ледяном керне, приводят нас к выводу о резком росте "запыленности атмосферы" и усилении меридиональной циркуляции в ледниковые эпохи, что связано с увеличением разницы температуры между экваториальной и полярной областями Земли. Более того, запыленность атмосферы сама служит мощным климатообразующим фактором: увеличение количества пыли и аэрозолей при похолоданиях в свою очередь способствует дальнейшему похолоданию.

Когда фирн превращается в лед, атмосферный воздух замыкается в пузырьках. Поэтому, выделяя его из керна, можно узнать о прошлом составе атмосферы, в частности о содержании парниковых газов. Анализ керна из глубоких скважин показывает, что в разгар валдайского оледенения концентрация CO_2 была на 25% ниже, чем в голоцене (190—200 и 260—280 ppmv). Очевидно, что первый уровень типичен для эпох оледенения, а второй — для теплых интервалов.

На основе анализа ледяного керна со станции Восток выявлена хорошая корреляция между изменениями температуры и содержанием CO_2 на протяжении обоих изученных климатических циклов. Однако если при переходе от ледниковой эпохи к межледниковью содержание CO_2 и температура меняются синхронно, то при обратном переходе (например, 115 и 75 тыс. л.н.) концентрация двуокиси углерода уменьшается медленнее, чем снижается температура.

Отмеченная корреляция свидетельствует о причинно-следственной связи. Однако на основе этих данных трудно установить, где здесь причина, а где следствие. Многие специалисты считают причиной изменение концентрации двуокиси углерода, но отмеченное запаздывание ее изменений, похоже, свидетельствует о первичности изменений температуры, за которыми следуют изменения содержания CO_2, в свою очередь усиливающие температурные колебания. Возможно, что значительная часть атмосферного CO_2 при похолоданиях могла поглощаться фитопланктоном, масса которого резко возрастала в результате активизации апвеллинга и улучшения условий питания морской микрофлоры. Анализ кернов со станции Восток позволяет также предполагать, что на разных этапах главную роль могли играть разные механизмы взаимодействия температуры и углеродного цикла.

Содержание другого углеродного соединения — метана — в древней атмосфере также тесно связано с температурными колебаниями. Резкие изменения концентрации метана приходятся на оба межледниковых периода: 150—135 и 18—9 тыс. л.н. В эти периоды концентрация резко возрастала от 0,35 ppvm в разгар оледенения до 0,6—0,7 ppvm в межледниковые оптимумы. Для валдайской ледниковой эпохи характерны четыре максимума CH_4 во время относительно теплых интервалов, что не так заметно в ходе изменений концентрации CO_2. Различия, скорее всего, обусловлены происхождением CO_2 и CH_4. Если содержание CO_2 в атмосфере в основном зависит от процессов в океане, то источники CH_4 находятся на суше: это сильно увлажненные территории, залежи углеводородов, включая газогидраты, колонии термитов и др. В частности, резкий рост количества атмосферного CH_4 после окончания ледниковых эпох мог быть вызван тем, что газ из гигантских газогидратных месторождений, закупоренный на полярных континентальных шельфах мощными ледниковыми покровами, после их стаивания вырывался наружу.

Гляциологические и океанологические данные демонстрируют циклический характер климатических колебаний, представляющих собой отражение астрономических факторов, проанализированных в свое время Миланковичем. Изменения с периодом 20 тыс. лет вызваны эффектом предварения равноденствий, с периодом 40 тыс. лет — колебаниями оси вращения Земли и с периодом 100 тыс. лет — отклонениями эксцентриситета земной орбиты, обусловленными не совсем еще ясными факторами.

Ледниково-межледниковые колебания испытывают на себе влияние быстрых обратных связей, обусловленных наличием водяного пара в атмосфере, облачностью, снежным покровом и морским льдом, а также более длительными и медленными изменениями в структуре и составе атмосферы, что в какой-то мере способствует переносу холодных условий ледниковой эпохи на межледниковье.

Таким образом, характерная черта природных условий — их цикличность. Уже более миллиона лет на Земле господствует ледниковый период, характеризующийся чередованием ледниковых и межледниковых условий. К межледниковью относится и современная эпоха — голоцен, однако площадь оледенения на Земле в настоящее время превышает 16 млн км^2. Именно поэтому я назвал одну из своих ранних книг "Мы живем в ледниковый период?" [2].

Однако каковы бы ни были антропогенные изменения климата, они накладываются на его естественные вариации, масштаб которых все еще сильно превосходит влияния, обусловленные эмиссией парниковых газов. Целый ряд данных свидетельствует о том, что климат в прошлом менялся гораздо сильнее, чем в период инструментальных наблюдений, т.е. за последние 150 лет. В климатах прошлого отмечены значительные колебания уровня озер, режима рек, экстремальные засухи и наводнения. Их повторение в будущем может иметь серьезные социально-экономические последствия, к ним могут и не адаптироваться социальные и экономические системы.

Современные изменения климата и ледников. Если глобальный тепловой баланс Земли сильно зависит от парникового эффекта, накладывающегося на космические закономерности поступления энергии от Солнца (таков главный вывод исследования ледяного керна из скважины на станции Восток), то регио-

нальные особенности климата определяются прежде всего колебаниями циркуляции вод океана в масштабах десятилетий. В оценке глобальных изменений и их связи с климатом интерес сейчас в значительной мере смещается от глобальной циркуляции атмосферы к циркуляции воды в океане. Океан играет важную роль в меридиональном переносе тепла к полюсам, модифицируя глобальный климат.

Таким образом, исследования последних лет показывают, что климатическая система — одна из сложнейших на Земле, требующая взаимосвязанного изучения океанического, атмосферного, криосферного, почвенного, лесного и многих других аспектов глобальных изменений. Невозможно вычленить из нее лишь проблему выбросов парниковых газов и сконцентрироваться только на квотировании их выбросов, как нельзя допустить чрезмерной политизации этой еще далекой от решения научной проблемы.

Известно, что самая теплая фаза голоцена, его оптимум, пройдена 6—5,5 тыс. л.н., и сейчас мы живем во второй половине межледникового интервала, характеризующейся тенденцией к похолоданию. Однако величина этого тренда незначительна: всего около 0,001° [1]. Гораздо заметнее вековые и межвековые колебания климата.

Последнее крупное похолодание на Земле, называемое малым ледниковым периодом, пришлось на интервал времени с начала XV до середины XIX в. Далее оно сменилось устойчивым потеплением. Однако эта тенденция не была непрерывной. Повышение температуры в XX в. дважды прерывалось периодами похолодания: в 1910—1920-е и 1960—1970-е гг., что отразилось на поведении горных ледников. Отступание ледников после малого ледникового периода началось во второй половине XIX в. и прерывалось их активизацией и продвижением вперед в отмеченные эпохи похолодания прошлого столетия. Современная эпоха характеризуется отступанием ледников во всех горных странах и деградацией Гренландского ледникового покрова [6], что способствует повышению уровня Мирового океана.

Рост глобальной температуры воздуха за последние 100 лет составил чуть больше 0,7 °С, однако за последние 30 лет он усилился, особенно резко над континентальными районами Евразии и Северной Америки и особенно сильно — в Арктике. За этот же период отмечено повышение уровня Мирового океана. Реконструкции положения этого уровня в конце XIX — начале XX столетий, а затем береговые измерения и, наконец, данные глобальной спутниковой альтиметрии свидетельствуют о росте уровня Мирового океана на 1,7 мм/год в XX в., однако в последние десятилетия повышение уровня моря усилилось и достигло сейчас 3 мм/год (рис. 3). Причины этого подъема уровня, очевидно, связаны с повышением температуры, которое, с одной стороны, ведет к расширению теплеющей поверхностной толщи океана, а с другой — вызваны таянием ледников и тем самым увеличением прироста воды в океане [7].

Появляется все больше свидетельств того, что в последние годы в Гренландском ледниковом покрове на фоне некоторого уменьшения поверхностного ба-

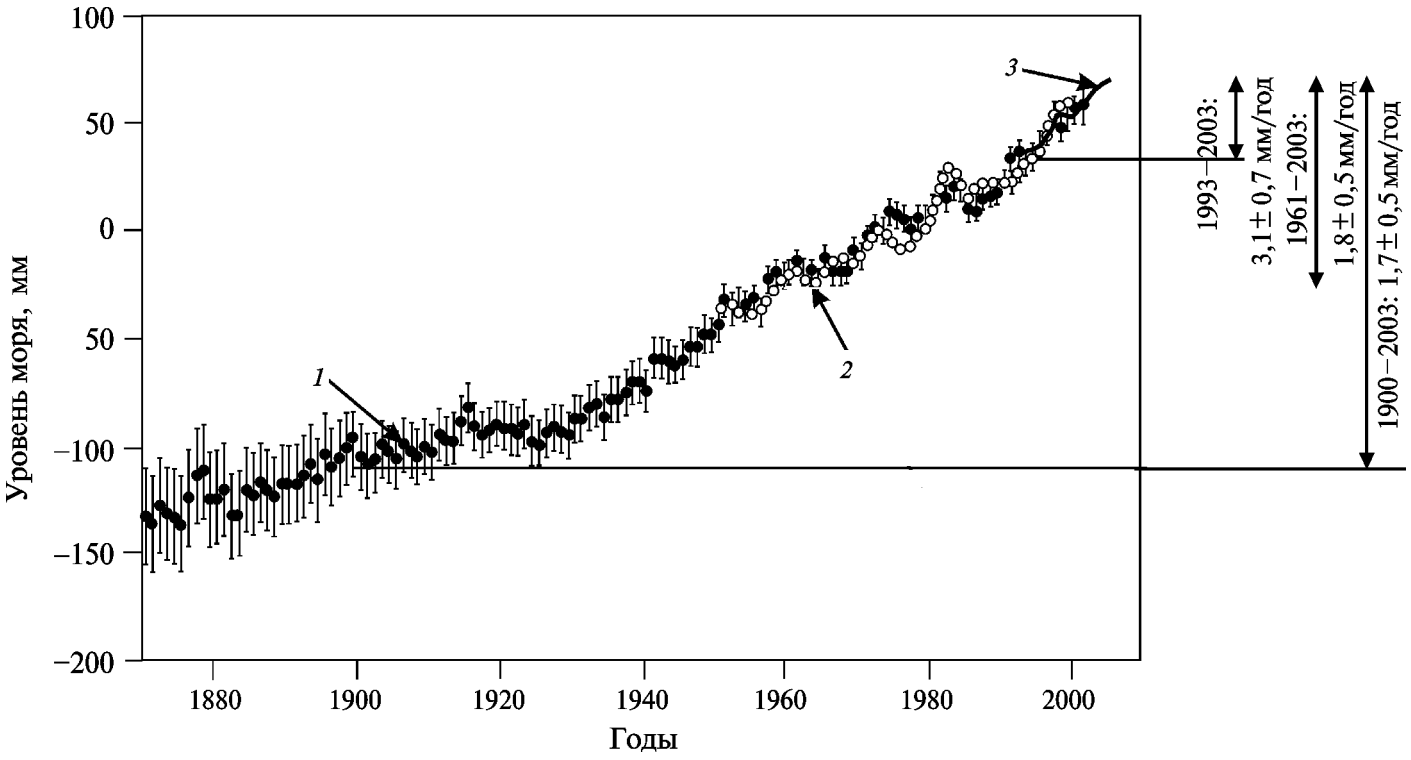


Рис. 3. Рост уровня Мирового океана: *1* — реконструкции, основанные на измерении уровня моря (1900—2003); *2* — прибрежные измерения приливов (1961—2003); *3* — глобальная спутниковая альтиметрия (1993—2003)

ланса массы существенно повысилась неустойчивость выводных ледников и удвоились динамические потери льда за счет сброса льда в океан, которые и контролируют в настоящий момент общий баланс ледникового покрова. Усиливается таяние на ледниковой поверхности, за последние 30 лет площадь поверхностного таяния возросла более чем на 50%.

Анализ данных о балансе массы арктических ледников показывает, что наблюдаемая сейчас убыль льда существенно зависит не только от поверхностного баланса массы ледников (климатическая составляющая), но и от интенсивности стока льда в море (динамическая составляющая). Чистые потери ледникового льда в Арктике (без учета Гренландского покрова) на 70% связаны с поверхностной убылью массы (климатические потери), а на 30% — со стоком льда в морские бассейны (динамические потери). С 1961 по 2005 г. средняя скорость изменения объема льда в ледниках Арктики составляла –66 км^3/год, что эквивалентно повышению уровня Мирового океана на 0,18 мм/год.

Таким образом, в целом баланс массы наземного оледенения Арктики сейчас отрицателен. Трудно сказать окончательно, насколько типичны и, главное, долговременны обнаруженные балансовые и динамические изменения баланса массы полярных ледниковых покровов, поскольку период инструментальных наблюдений за ними охватывает всего несколько лет. Тем не менее есть все больше свидетельств того, что ледниковые покровы гораздо более динамически изменчивы, чем это считалось ранее.

Совсем иную картину мы видим в Антарктиде (рис. 4). Сравнение баланса массы Антарктического ледникового покрова в середине и конце прошлого

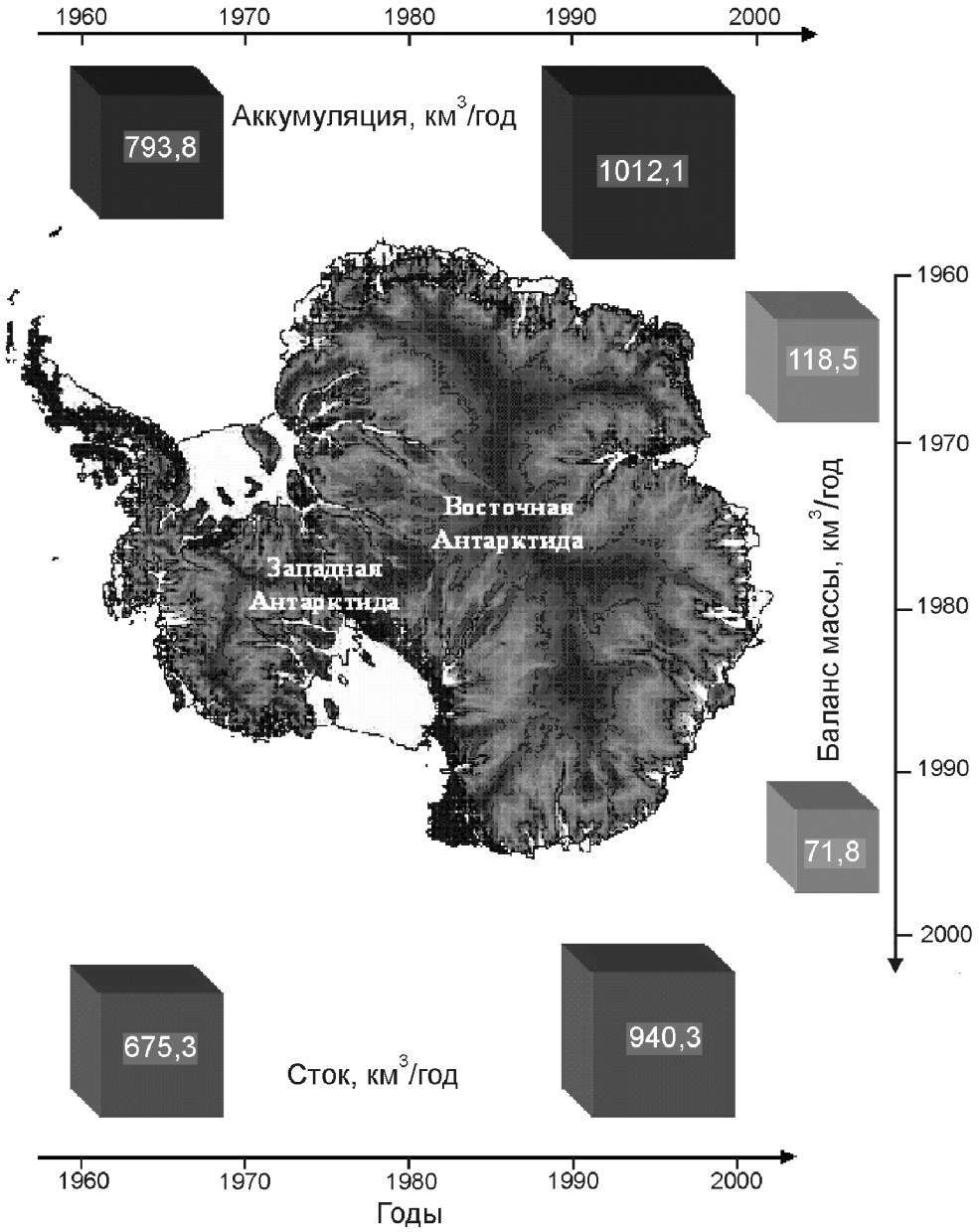


Рис. 4. Изменение аккумуляции, стока льда и баланса массы антарктического ледникового покрова, км^3/год

столетия показывает возрастающую активность: и приход и расход массы льда здесь возросли. Но при этом общий итог остался положительным, т.е. на протяжении последних 50 лет масса льда в Антарктиде продолжает нарастать, что очевидно, сдерживает рост уровня Мирового океана [5].

Будущие изменения окружающей среды и география. Сейчас принято считать, что у человечества могут возникнуть серьезные проблемы, связанные именно с глобальным потеплением. Между тем весь современный уклад жизни людей на Земле (вся инфраструктура, экономика, сельское хозяйство и т.п.) таков, что любые климатические изменения (глобальные или региональные потепления, похолодания, увлажнения, иссушения и т.п.) могут быть для него неблагоприятны, поскольку весь этот уклад столь бурно развился и сложился в очень узкий промежуток времени — практически за последнее столетие, и тем самым он приспособлен только к очень узким климатическим и географическим рамкам. Любой сдвиг этих рамок может вызвать самые неожиданные, в том числе негативные последствия.

Так что же такое глобальное потепление? Станет ли оно глобальным экологическим кризисом или переходом к новым условиям, включающим как положительные, так и отрицательные составляющие? Следует подчеркнуть, что природные ландшафты реагируют на быстрые климатические изменения весьма сложным образом. Скорость реакции отдельных компонентов ландшафтов — растительности, почв, многолетней мерзлоты — неодинакова, а это ведет к повышению неустойчивости природных географических систем при быстрых изменениях климата.

При значительном потеплении климата, очевидно, обострятся проблемы с водой в районах с ограниченными водными ресурсами, особенно в важных сельскохозяйственных районах. Поднятие снеговой линии в горах приведет к увеличению вероятности зимних и весенних наводнений в горных районах. Деградация горного оледенения уменьшит благоприятную для сельского хозяйства регулирующую роль ледников, выражающуюся в том, что: а) водный сток перераспределяется с первой половины лета на вторую, когда потребность в орошении полей резко возрастает и б) наблюдается концентрация стока в летний период, который в большинстве предгорных районов умеренного пояса является засушливым.

В результате предстоящего потепления, очевидно, увеличится частота многих экстремальных явлений и, в частности засух. На первых этапах грядущего потепления, когда увеличение количества осадков еще не будет так заметно, возрастет число суховеев, пыльных бурь, а в некоторых районах, богатых торфяными залежами, усилится возможность их самовозгорания. Увеличится опасность лесных пожаров, что вызовет сильную задымленность атмосферы и дополнительный рост содержания в ней двуокиси углерода. Значительное повышение температуры вызовет на Севере протаивание на больших пространствах мерзлых толщ и приведет во многих местах к сильному заболачиванию. Все это резко изменит условия существования малочисленных народов Севера и потребует их адаптации к быстро меняющимся условиям.

Важно подчеркнуть, что на естественные изменения окружающей среды накладываются деструктивные процессы, вызванные хозяйственной деятельностью. Эти процессы — обезлесение, саваннизация и опустынивание — приобрели особый размах в развивающихся странах. В целом на этих территориях за вторую половину XX в. площадь лесов уменьшилась с 16 до 7%. В XIX в. по материалам экспедиционных исследований в Латинской Америке знаменитые географы А. Гумбольдт и А.И. Воейков установили взаимосвязь сведéния лесов в тропиках и аридизации климата. Трагический опыт нескольких поколений жителей этих стран подтверждает их выводы. Сокращение ареала тропических лесов резко уменьшает потенциал биомассы и изменяет в неблагоприятную сторону естественный цикл углерода.

По данным ЮНЕП, антропогенное опустынивание угрожает 35% территории суши. Оба эти процесса — обезлесение и опустынивание — являются общей частью экологического кризиса, охватывающего нашу планету. В попытке понять будущее перед географией встает важнейший и ответственный вопрос: до каких пределов и какими средствами природопользования можно обеспечить совместное развитие природы и человечества за счет их разумной территориальной организации?

География играет важную роль в снижении экологической напряженности. Без решения географических задач невозможно создать концепцию экологически безопасной стратегии устойчивого развития. Как должно развиваться человечество, чтобы сохранять окружающую среду в таком виде, в котором она позволяла бы жить дальше? Это важнейший вопрос, на который дают разные ответы.

В настоящее время в умах ученых и политических деятелей преобладает ресурсная, или техногенная, концепция, которая исходит из того, что человечество может решить все экологические проблемы и обеспечить экологическую безопасность в основном технологическими средствами, т.е. меняя и исправляя хозяйство на основе новых технологий и не ставя ограничений в экономическом росте.

Однако в свете современных знаний об окружающей среде следует делать упор на биосферную концепцию развития, основанную на осмыслении понятия экологического императива, в основу которого положено понимание опасности разрушения заложенного в самой биосфере механизма, стабилизирующего окружающую среду.

Для того чтобы обеспечить глобальную и региональную экологическую безопасность и, следовательно, устойчивое социально-экономическое развитие, следует стремиться сохранить слабо нарушенную

биосферу. Для географии важно "вычленить" антропогенную составляющую в происходящих глобальных изменениях, изучить взаимодействие природных и антропогенных факторов в ходе эволюции. Важно выяснить, что происходит при разности масштабов времени (геологического, исторического, политического) и пространственных ландшафтных структур, которые по-разному участвуют в глобальных изменениях и по-разному реагируют на них.

Человечество стоит перед лицом изменений окружающей среды, обусловленных грядущим изменением климата и иными антропогенными процессами. Общество находится в преддверии периода экологической и экономической адаптации к быстро меняющейся обстановке. В этих условиях задача географии состоит в том, чтобы обеспечить основу для понимания пространственных особенностей грядущих изменений и преодоления возникающих трудностей на пути устойчивого развития природы и общества.

В этой небольшой статье мне хотелось показать роль географии в решении современных проблем окружающей среды прежде всего через призму собственных исследований, выполненных за последнюю четверть века. У человека можно отнять многое, но не прошлое, а это совсем не маленькое богатство. Мы живем и настоящим, и прошлым, и в наших собственных руках — создать достойное настоящее, которое со временем превратится в прекрасное прошлое.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Величко А.А.* Глобальные изменения климата и реакция ландшафтной оболочки // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1977. № 5. С. 5—22.

2. *Котляков В.М.* Мы живем в ледниковый период? Л.: Гидрометеоиздат, 1966. 235 с.

3. *Котляков В.М., Комарова А.И.* География. Понятия и термины. Пятиязычный академический словарь. М.: Наука, 2007. 859 с.

4. *Котляков В.М., Лориус К.* Четыре климатических цикла по данным ледяного керна из глубокой скважины на станции Восток в Антарктиде // Изв. РАН. Сер. геогр. 2000. № 1. С. 7—19.

5. *Котляков В.М., Москалевский М.Ю., Васильев Л.Н.* География баланса массы антарктического ледникового покрова за 50 лет // Докл. РАН. 2011. Т. 438, № 2.

6. *Dyurgerov M.B.* Reanalysis of glacier changes: From the IGY to the IPY, 1960—2008 // Мат-лы гляциол. исследований. Вып. 108. 2010. 116 с.

7. *Meier M.F.* Contribution of small glaciers to global sea level // Science. 1984. Vol. 226. P. 1418—1421.

8. *Petit J.P., Jouzel J., Raynaud D. et al.* Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica // Nature. Vol. 399. 1999. P. 429—436.

Поступила в редакцию
23.05.2011

V.M. Kotlyakov

MODERNITY OF GEOGRAPHY

A concept of geography as a fundamental science is postulated in the article and the role of geography in substantiating the cyclic character of nature evolution on the Earth is discussed. Basing on the investigation of the ice core from the Vostok station deep well in the Antarctica four climatic cycles are analyzed. The results show that the modern epoch is not unusual in terms of the changes which took part over the last 500 thousand years of the Earth's history

Key words: geography, cyclic changes, the Earth, climatic cycles.