



Источник фото: pixabay.com  
Photo source: pixabay.com

# ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И ВОДНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ АРКТИЧЕСКОГО КЛИМАТА

## ВАЙТ Д.М.

Институт северной инженерии  
Аляскинского университета в  
Фэрбенксе, г. Фэрбенкс, шт. Аляска,  
США  
ffdmw@uaf.edu

## ГЕРЛАХ С.К.

Кафедра антропологии Аляскинского  
университета в Фэрбенксе,  
г. Фэрбенкс, шт. Аляска, США

## ЛОРИНГ П.

Кафедра антропологии Аляскинского  
университета в Фэрбенксе,  
г. Фэрбенкс, шт. Аляска, США

## ТИДВЕЛЛ А.С.

Институт северной инженерии  
Аляскинского университета в  
Фэрбенксе, г. Фэрбенкс, шт. Аляска,  
США

## ЧЕМБЕРС М.С.

Институт северной инженерии  
Аляскинского университета в  
Фэрбенксе, г. Фэрбенкс, шт. Аляска,  
США

## АННОТАЦИЯ

Два наиболее важных направления политики разных стран, связанной с продолжающимися изменениями климата на планете, – это замедление повышения температуры атмосферного воздуха за счет снижения выбросов парниковых газов и адаптация общества к изменениям. В любом случае, вторым направлением приходится или придется заниматься, особенно в регионах, где распространена многолетняя мерзлота.

Предлагаем вниманию читателей немного сокращенный и адаптированный перевод статьи американских исследователей из Аляскинского университета в Фэрбенксе «Продовольственная и водная безопасность в условиях меняющегося арктического климата» (White et al., 2007). Она была написана еще в первом десятилетии XXI века, но не потеряла актуальности до сих пор и может быть очень полезна для российских исследователей и управленцев, занимающихся проблемами арктических регионов. Эта работа была опубликована в журнале по исследованиям окружающей среды Environmental Research Letters издательством британской благотворительной научной организации IOP (Institute of Physics – «Институт физики»), ставшей поистине международной. Статьи указанного журнала находятся в открытом доступе по лицензии CC BY, которая позволяет распространять, переводить, адаптировать и дополнять их при условии указания типов изменений и ссылок на первоисточники. Полная ссылка на источник для представленного перевода (White et al., 2007) приведена в конце.

В Арктике многолетняя мерзлота простирается на глубину до 500 м от поверхности земли, а летом, как правило, оттаивает только верхний метр. Озера, реки и заболоченные территории в арктических ландшафтах обычно не связаны с грунтовыми водами таким же образом, как в регионах с умеренным климатом. Когда зимой поверхностный слой замерзает, жидкую воду сохраняют только озера глубиной более 2 м и реки со значительным стоком. Поверхностные воды в основном изобилуют летом, когда они служат средой для размножения рыб, птиц и млекопитающих. Зимой многие млекопитающие и птицы вынуждены мигрировать из Арктики. А рыба должна искать озера или реки, достаточно глубокие для обитания там в зимнее время.

Люди в Арктике во многом зависят от поверхностных вод, которые удовлетворяют их бытовые нужды, такие как питье, приготовление пищи и мытье, а также необходимы для добычи средств существования и для промышленности. Сообщества коренных северных народов зависят от морского льда и водных путей для передвижения и доступа к традиционным источникам пищи. В горнодобывающей и нефтегазовой промышленности также используется большое количество поверхностных вод в зимний период для создания ледяных дорог и поддержания инфраструктуры. Поскольку спрос на эти ограниченные, но столь необходимые природные ресурсы продолжает расти, сейчас как никогда важно понять последствия изменений климата для продовольственной и водной безопасности в Арктике.

Перевод выполнен при поддержке АНО «НООСФЕРА».

#### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

поверхностные воды; озера; Арктика; изменения климата; средства существования.

#### ССЫЛКА ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Вайт Д.М., Герлах С.К., Лоринг П., Тидвелл А.С., Чемберс М.С. Продовольственная и водная безопасность в условиях меняющегося арктического климата (пер. с англ.) // Геоинфо. 2023. Т. 5. № 7. С. 36–41 DOI:10.58339/2949-0677-2023-5-7-36-41

# FOOD AND WATER SECURITY IN A CHANGING ARCTIC CLIMATE

#### WHITE D.M.

Institute of Northern Engineering,  
University of Alaska Fairbanks,  
Fairbanks, Alaska, USA  
ffdmw@uaf.edu

#### GERLACH S.C.

Department of Anthropology, University  
of Alaska Fairbanks, USA

#### P LORING.

Department of Anthropology, University  
of Alaska Fairbanks, USA

#### TIDWELL A.C.

Institute of Northern Engineering,  
University of Alaska Fairbanks,  
Fairbanks, Alaska, USA

#### CHAMBERS M.C.

Institute of Northern Engineering,  
University of Alaska Fairbanks,  
Fairbanks, Alaska, USA

#### ABSTRACT

The two most important policy directions of various countries related to the ongoing climate change on the planet are slowing the increase in the atmospheric air temperature by reducing greenhouse gas emissions and adapting the society to the changes. In any case, the second direction has or will have to be dealt with, especially in regions where permafrost is widespread.

We present a slightly abridged and adapted translation of the paper “Food and water security in a changing arctic climate” by American researchers from the University of Alaska Fairbanks (White et al., 2007). This article was written in the first decade of the XXI century, but has not lost its relevance until now and can be very useful for Russian researchers and managers. It was published in the journal “Environmental Research Letters” by the publishing company of the British scientific society “Institute of Physics” (IOP) that is now virtually international. Articles of this journal are open access ones and distributed under the CC BY license that allows to distribute, translate, adapt and build upon them provided that the types of changes are noted and the original sources are referred to. The full reference to the original paper for the presented translation (White et al., 2007) is given in the end.

In the Arctic, permafrost extends up to 500 m below the ground surface, and it is generally just the top meter that thaws in summer. Lakes, rivers, and wetlands on the arctic landscape are normally not connected with groundwater in the same way that they are in temperate regions. When the surface is frozen in winter, only lakes deeper than 2 m and rivers with significant flow retain liquid water. Surface water is largely abundant in summer, when it serves as a breeding ground for fish, birds, and mammals. In winter, many mammals and birds are forced to migrate out of the Arctic. Fish must seek out lakes or rivers deep enough to provide good overwintering habitat.

Humans in the Arctic rely on surface water in many ways. Surface water meets domestic needs such as drinking, cooking, and cleaning as well as subsistence and industrial demands. Indigenous communities depend on sea ice and waterways for transportation across the landscape and access to traditional country foods. The minerals, mining, and oil and gas industries also use large quantities of surface water during winter to build ice roads and maintain infrastructure. As demand for this limited, but heavily-relied-upon resource continues to increase, it is now more critical than ever to understand the impacts of climate change on food and water security in the Arctic.



**KEYWORDS:**

surface water; lakes; Arctic; climate change; subsistence.

**FOR CITATION:**

White D.M., Gerlach S.C., Loring P., Tidwell A.C., Chambers M.C. Prodovol'stvennaya i vodnaya bezopasnost' v usloviyah menyayushchegosya arkticheskogo klimata [Food and water security in a changing arctic climate] (translated from English into Russian) // Geoinfo. 2023. T. 5. № 7. S. 36–41 DOI:10.58339/2949-0677-2023-5-7-36-41 (in Rus.).

## ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА ►

Потенциальные последствия изменений климата в Арктике были хорошо описаны в научном обзоре «Оценка воздействий климата Арктики» [1] и в других обзорных работах [2–4].

Температура приповерхностного воздуха – это, пожалуй, самый главный и ощутимый аспект изменений климата. Инструментальные измерения ясно говорят о том, что температура воздуха повысилась [2], потеплев только за XX век на 0,6 °C [3]. Хотя пик температур XX века на самом деле пришелся примерно на 1945 год, за которым последовал период похолодания, температура приземного воздуха снова начала повышаться в 1970-х годах. При этом температура меняется в пространстве и по сезонам [4].

Количество осадков – это климатический параметр, который трудно измерить в Арктике и сложно предсказать. Полагают [1], что в течение XX века происходило увеличение количества осадков на 1% за десятилетие. Большинство климатических станций показало рост годового количества осадков за период наблюдений с конца XIX века или более позднего времени [2], однако летний баланс поверхностных вод (осадки минус потенциальная эвапотранспирация (суммарное испарение)), измеренный в населенных пунктах Северного склона Аляски (региона на севере Аляски между горами Брукс и Северным Ледовитым океаном), снизился с 1960 года. Сезонное распределение осадков важно учитывать, поскольку количество зимних осадков увеличилось с 1970-х годов и, по прогнозам, будет и дальше расти при продолжающихся изменениях климата [4]. В северных районах менялись и другие погодные параметры, включая усиление ветра с 1960-х годов [2] и повышение активности циклонов [4].

Также наблюдались экосистемные перемены, вызванные изменениями климата, а ожидается их еще больше. Более длительный вегетационный период для растений [5] будет благопри-

ятствовать возможному распространению на север сельского хозяйства, а также сдвигам на север ареалов обитания растений и животных. Некоторые наблюдаемые изменения растительного покрова включают распространение в тундре кустарников [2, 6] и смещение на север крайней линии произрастания арктических деревьев [4]. Сохранение этих тенденций приведет к увеличению потерь воды из-за эвапотранспирации, что в будущем предполагает в Арктике более сухие условия.

## Гидрологические изменения ►

Потепление многолетней мерзлоты, ее деградация, а также отступление и исчезновение ледников также являются проблемами, связанными с поверхностными водами, что имеет решающее значение для Арктики. Температура мерзлоты на глубине 20 м на Северном склоне Аляски увеличивается с 1980-х годов. За последние 50–100 лет наблюдалось ее повышение в скважинах на 2–4 °C [2].

Термокарстовые процессы по мере деградации мерзлоты могут привести к дренированию озер. Правда, в условиях сплошной многолетней мерзлоты площадь и количество озер увеличились в результате термокарстовой геоморфологии, но в условиях прерывистой многолетней мерзлоты озера уменьшились или исчезли. Это наблюдалось в Сибири и на полуострове Сьюард на Аляске [7, 8]. В Сибири озера в условиях сплошной многолетней мерзлоты увеличились в размерах и количестве с 1972 года, в то время как в условиях прерывистой они уменьшились или исчезли [7]. В зоне прерывистой многолетней мерзлоты вблизи заброшенного городка Каунсил на Аляске тундровые озера тоже уменьшились по площади или исчезли за последние 50 лет [8].

Также наблюдались изменения речного стока: его увеличение в водосборных бассейнах, имеющих значительный ледниковый вклад (из-за таяния ледников), и уменьшение в неледниковых бассейнах (из-за увеличения эвапотранспирации); однако для трех незамерзающих рек Аляски наблюдалось его увеличение [2]. Зимний сток сибир-

ских рек также вырос, даже для притоков, не подпруженных плотинами [2].

## ПОТРЕБНОСТЬ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ ►

Используемость источников воды зависит от социальных институтов, технологий и инфраструктуры для управления доступом, контроля качества и распределения.

В северных климатических условиях продолжающаяся деградация многолетней мерзлоты может оказать значительное влияние на качество и доступность воды как для сельских, так и для городских северных сообществ, а также для промышленности.

Потеря поверхностных вод может существенно сказаться на сообществах людей, проживающих или работающих на территориях, не имеющих водоносных горизонтов с достаточным количеством подземных вод. Чтобы смягчить такое воздействие, в некоторых сообществах попытались пробурить скважины, но обнаружили, что водоносные горизонты замерзли, осушились, подверглись проникновению соленой воды или стали непригодными для питья или орошения в ином отношении.

Климатические модели предсказывают переменные изменения в количествах атмосферных осадков, а также изменения в сроках/сезонах их выпадения. Например, на полуострове Сьюард ожидается увеличение количества осадков в одних районах и уменьшение в других.

Изменения в озерных ландшафтах Арктики в том числе повлияют на разведку и разработку месторождений нефти и других полезных ископаемых. Если для ледяных дорог будет недостаточно воды, стоимость добычи природных ресурсов резко возрастет.

Хотя потребность промышленности в воде значительна, в настоящей статье обсуждается с точки зрения продовольственной и водной безопасности для населения Арктики.

## Поверхностные воды и продовольственная безопасность ►

Хотя авторы к моменту написания настоящей статьи только начали изучать

краткосрочные и долгосрочные последствия продолжающихся гидрологических изменений, описанных выше, им уже было известно, что существует сеть тесно взаимосвязанных последствий, имеющих отношение к продовольственной и водной безопасности для сообществ коренных северных народов, средства к существованию которых зависят от использования природных ресурсов, что тесно связано с климатом, погодой, экосистемами, той или иной культурой и экономической системой, причем реакция на изменения в каждой области является сложной и многогранной [9, 10].

Вода является основополагающим аспектом этих взаимосвязей: сообщества коренных северных народов, как правило, сконцентрированы вдоль морских побережий или по берегам крупных рек, где собраны традиционные для них источники пищи, например лоси, карibu (северные олени), водоплавающие птицы, лососи, сиви, киты, тюлени, моржи и т. д. Эти сообщества нуждаются в наличии надежных и безопасных источников воды и пищи. Для того чтобы традиционную еду можно было получать в достаточном количестве, необходимы возможности передвижения и доступ к соответствующим ресурсам и их удобное распределение. А неожиданные изменения в гидрологии могут значительно усложнить и без того сложные условия «натурального» образа жизни.

Чтобы точно измерить воздействие изменений в поверхностных водах на продовольственную безопасность арктических сообществ, полезно рассмотреть как прямые, так и косвенные пути, по которым такие изменения могут повлиять на их жизнедеятельность.

Последние тренды изменений в погоде и экосистемах проявляются в новых и непредсказуемых условиях, связанных с поверхностными водами, что требует от коренных народов достаточно быстрых изменений в стратегиях получения пищи новыми способами.

Экологические признаки, которые охотники когда-то использовали для предсказания погоды и поведения животных, стали менее эффективными для прогнозов, поэтому там, где политические, экономические режимы и режимы управления ресурсами не соответствуют новым экологическим условиям или не реагируют на них, неизбежны негативные последствия. Некоторые режимы управления ресурсами на федеральном (общегосударственном) или региональном уровне даже за-

трудняют эффективную адаптацию охотников и рыбаков к изменениям [11, 12]. Для многих сообществ северных народов нет гарантии, что в природе они смогут добыть достаточное количество пищи для удовлетворения своих насущных потребностей или для ее переработки и хранения в достаточном количестве, чтобы обеспечить продовольственную безопасность в течение долгого зимнего периода.

Хотя рыночные продукты питания становятся все более доступными для сообществ коренных народов Арктики даже в самых отдаленных районах, мы не можем оценивать продовольственную безопасность только на этой основе. Пищевые качества и социально-культурная значимость коммерческих продуктов питания часто намного уступают свежим продуктам местного сбора, добычи или производства [13]. Так, расходы на здравоохранение в небольших северных поселениях растут, когда в рационе людей увеличивается доля промышленных продуктов питания по сравнению с добытыми ими в природе, а также при снижении уровня активности и физических нагрузок, связанном с использованием продуктов, приобретенных в магазинах [14]. А сбор диких растений, охота и ловля рыбы дают людям (не только местным, но и приезжающим на время) питательную и высококачественную еду и способствуют укреплению их здоровья [15, 16].

Продовольственная безопасность существует не только тогда, когда люди имеют физический и экономический доступ к пище, но и когда есть надежные запасы безопасной и питательной еды, которая отвечает как пищевым предпочтениям, так и диетическим требованиям для поддержания активного и здорового образа жизни [17].

### **Вода, успешная добыча пищи и возможности передвижения и перевозки** ▶

Сезонные изменения в поверхностных водах оказывают воздействие на арктические системы источников пищи в различных масштабах. Изменения в количествах атмосферных осадков, сроках таяния и замерзания, режиме пожаров и гидрологии (как по отдельности, так и в разных сочетаниях) в той или иной местности приводят к изменениям, которые влияют как на возможное количество добываемой там пищи, так и на общую жизнеспособность коренных жителей. Сюда относятся и возможности перемещения по ландшафтам на-

чиная с соображений безопасности, связанных с передвижением по суше и по водным путям, трудностей с доступом к традиционным местам добычи из-за уровней воды, эрозии морских или речных берегов и заканчивая дальнейшими осложнениями при перемещении на судах, которые соединяют сообщества коренных народов с городскими центрами обслуживания для поставок продовольствия, топлива, товаров первой необходимости и материалов [18].

Например, более низкий уровень воды повлияет как на время хода лосося, так и на успех его нереста [19–21], а также на возможность доступа по реке к традиционным районам добычи пропитания [11]. Аналогичным образом, время и продолжительность вскрытия рек ото льда могут привести к образованию ледяных заторов и зажоров, подпруживанию рек и значительным наводнениям. Если летние сезоны принесут длительные периоды засухи, то масштабы и частота лесных пожаров, вероятно, возрастут, что еще больше усложнит доступ к местам добычи пропитания и сетям снабжения [22].

Эти гидрологические и экологические ограничения для передвижения и доступа к источникам пищи часто усугубляются введенными человеческим обществом ограничениями. Например, такие регионы, как Аляска, характеризуются пестрым сочетанием федеральной, региональной, частной и муниципальной собственности на землю, а также институциональных и нормативно-правовых рамок, которые обеспечивают соответствующим федеральным и региональным ведомствам контроль над большей частью земель и диких животных, в том числе рыбы [11].

Как упоминалось выше, многие системы регулирования работают медленно или не готовы реагировать на быстрые и часто стохастические изменения. В таких случаях изменения в ландшафтах, режимах пожаров, моделях миграций и сезонных колебаниях скорее усугубляются, чем смягчаются федеральной и региональной политикой, которая регулярно включает довольно жесткие квоты на рыболовство и охоту, а также периодическое закрытие целых традиционных охотничьих угодий. Поэтому сообщества арктических жителей, вплотную сталкивающиеся с необходимостью удовлетворения своих потребностей в области продовольствия, предпочитают приобретать рыночные продукты питания в качестве более устойчивой, хотя и несовершенной замены

традиционной природной еде. Эта зависимость от рыночных продуктов приводит к тому, что больше времени расходуется на работы для получения зарплаты вместо того, чтобы его тратить на добычу пищи в природе.

Все это в том числе приводит к оттоку молодежи из небольших поселений в города. В результате знания и практика традиционной деятельности коренных северных народов по обеспечению средств существования все больше теряются [23, 24].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ►

Хотя прогнозы по поводу будущих изменений климата сопряжены со значительной неопределенностью, их признаки уже повсюду наблюдаются в Арктике.

Как наблюдаемые, так и ожидаемые изменения сезонных температур и количеств атмосферных осадков наряду с последующими изменениями в многолетней мерзлоте и гидрологии подчеркивают необходимость лучшего понимания их потенциальных последствий.

Потенциальные климатические воздействия требуют детального понимания того, как климат интегрируется с экологическими, культурными и экономическими условиями в масштабе сообществ северных жителей. Более того, даже несмотря на различия в климатических прогнозах, эта неопределенность может быть использована вместе с анализом

воздействий изменений климата для разработки оценок соответствующих рисков, которые помогут планированию действий для подготовки к изменениям.

Чтобы обеспечить продовольственную безопасность арктических жителей, особенно перед лицом стремительно и часто непредсказуемо развивающихся экологических тенденций, подобных тем, которые описаны в настоящей статье, их сообществам необходима как свобода для инноваций и адаптации, так и доступ к качественной информации о климате и погоде, чтобы они могли прогнозировать водные и ландшафтные условия и принимать наилучшие решения о том, где и когда охотиться и ловить рыбу во времена неопределенности [10, 25].

Успешная добыча пищи в природе должна быть хорошо согласована с сезонами. А все, что нарушает сезонность, вполне может нарушить ход человеческой деятельности [26].

Природные ресурсы, необходимые для пропитания, нужны ежедневно и при этом являются сезонными, в то время как климатические модели часто основаны на наблюдениях за десятилетия и/или тысячелетия и не всегда предоставляют высококачественную информацию о погоде, необходимую на сезонной основе [27–30]. Однако между учеными и сообществами арктических народов постепенно налаживаются общение и сотрудничество благодаря взаим-

ному осознанию их необходимости, хотя с обеих сторон все еще требуется дополнительная работа, прежде чем станет возможной интеграция пространственных, временных масштабов и масштабов наблюдений.

Необходимо обобщать и доводить информацию об изменениях климата как до учреждений, так и до сообществ жителей Арктики. Для планирования будет полезно, если детализированная информация о местном и региональном климате и сезонной погоде будет интегрирована со знаниями местных сообществ на основе опыта использования охотниками и рыбаками новых стратегий и методов [9, 31–34].

Прежде всего, сотрудникам и руководству систем управления ресурсами необходимо изучить новые парадигмы (наборы правил, принципов и понятий) для более эффективной увязки институциональных и местных мер реагирования на изменения, чтобы сообщества северных народов имели возможность принимать местные решения относительно управления ресурсами и их использования на основе высококачественных местных и научных знаний и наблюдений [35, 36]. **И**

*Авторы хотели бы выразить благодарность Национальному научному фонду (National Science Foundation) за финансирование через грант OPP 0328686.*

## ИСТОЧНИК ДЛЯ ПЕРЕВОДА ►

### (SOURCE FOR THE TRANSLATION) ►

White D.M., Gerlach S.C., Loring P., Tidwell A.C., Chambers M.C. Food and water security in a changing arctic climate // Environmental Research Letters. IOP Publishing, 2007. Vol. 2. № 4. Article 045018. DOI:10.1088/1748-9326/2/4/045018. URL: [iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/2/4/045018/meta](http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/2/4/045018/meta).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, ИСПОЛЬЗОВАННОЙ АВТОРАМИ ПЕРЕВЕДЕННОЙ СТАТЬИ ►

### (REFERENCES USED BY THE AUTHORS OF THE TRANSLATED PAPER) ►

1. Arctic Climate Impact Assessment: Scientific Report. New York: Cambridge University Press, 2005.
2. Hinzman L.D. et al. Evidence and implications of recent climate change in northern Alaska and other arctic regions // Clim. Change. 2005. Vol. 72. P. 251–298.
3. Overpeck J. et al. Arctic environmental change of the last four centuries // Science. 1997. Vol. 278. P. 1251–1256.
4. Serreze M.C., Walsh J.E., Chapin F.S. III, Osterkamp T., Dyurgerov M., Romanovsky V., Oechel W.C., Morison J., Zhang T., Barry R.G. Observational evidence of recent change in the northern high-latitude environment // Clim. Change. 2000. Vol. 46. P. 159–207.
5. Sturm M., Perovich D.K., Serreze M.C. Melt-down in the North. Scientific American Inc., 2003. P. 62–67.
6. Sturm M., Racine C., Tape K. Increasing shrub abundance in the Arctic // Nature. 2001. Vol. 411. P. 546–547.
7. Smith L.C., Sheng Y., MacDonald G.M., Hinzman L.D. Disappearing arctic lakes // Science. 2005. Vol. 308. Article 1429.
8. Yoshikawa K., Hinzman L.D. Shrinking thermokarst ponds and groundwater dynamics in discontinuous permafrost near Council, Alaska // Permafrost. Periglacial Process. 2003. Vol. 14. P. 151–60.

9. The Earth Is Faster Now: Indigenous Observations of Arctic Environmental Change / Edited by I. Krupnik, D. Jolly. Fairbanks: Arctic Research Consortium of the United States, 2002.
10. Paci C., James D., Dickson C., Nikels S., Chan H.M., Furgal C. Food Security of Northern Indigenous Peoples in a Time of Uncertainty. Yellowknife, 2004. September.
11. Gerlach S.C., Turner A.M., Loring P., Henry L. Coming to terms with rural Alaskan foodways Circumpolar Environmental Science: Current Issues in Resources, Health and Policy / Edited by L.K. Duffy, K. Erickson. Fairbanks: University of Alaska Press, 2007.
12. Natcher D.C., Davis S. Rethinking devolution: challenges for aboriginal resource management in the Yukon territory // Soc. Nat. Res. 2007. Vol. 20. P. 271–279.
13. Receveur O.M., Boulay M., Kuhnlein H.V. Decreasing traditional food use affects diet quality for adult dene/metis in 16 communities of the Canadian Northwest Territories // J. Nutr. 1997. Vol. 127. P. 2179–2186.
14. Kuhnlein H.V., Receveur O., Soueida R., Egeland G.M. Arctic indigenous peoples experience the nutrition transition with changing dietary patterns and obesity // J. Nutr. 2004. Vol. 134. P. 1447–1453.
15. Bersamin A., Sidenberg-Cherr S., Stern J.S., Luick B.R. Nutrient intakes are associated with adherence to a traditional diet among Yup'ik eskimos living in remote Alaska native communities: the Canhr study // Int. J. Circumpolar Health. 2007. Vol. 66. P. 62–70.
16. Grivetti L.E., Ogle B.M. The value of traditional foods in meeting macro- and micronutrient needs: the wild plant connection // Nutr. Res. Rev. 2000. Vol. 13. P. 1–16.
17. Rome Declaration on World Food Security and World Food Summit Plan of Action // World Food Summit (WFS), Rome, Italy, 13–17 November 1996. URL: <http://www.fao.org/wfs/final/rd-e.html>.
18. Beltaos S., Burrell B.C. Climatic change and river ice breakup // Can. J. Civil Eng. 2003. Vol. 30. P. 145–155.
19. Fleener C., Thomas B. Yukon flats salmon traditional knowledge: report nr CATGNR 03-03. Council of Athabaskan Tribal Governments, Natural Resources Department, Fort Yukon, 2003. P. 36.
20. Developing a Research and Restoration Plan for Arctic-Yukon-Kuskokwim (Western Alaska) Salmon. Washington, DC: NRC, National Academy Press, 2004. P. 224.
21. Schindler D.W. The cumulative effects of climate warming and other human stresses on Canadian freshwaters in the new millennium // Can. J. Fisheries Aquatic Sci. 2001. Vol. 58. P. 283–296.
22. Chapin F.S. III, Lovcraft A.L., Zavaleta E.S., Nelson J., Robards M.D., Kofinas G.P., Trainor S.F., Peterson G.D., Huntington H.P., Naylor R.L. Policy strategies to address sustainability of Alaska boreal forests in response to a directionally changing climate // Proc. Natl. Acad. Sci. 2006. Vol. 104. P. 16637–16643.
23. Huskey L., Berman M., Hill A. Leaving home, returning home: migration as a labor market choice for Alaska natives // Ann. Regional Sci. 2004. Vol. 38. P. 75–92.
24. Poppel B., Kruse J.A., Duhaime G., Abryutina L. Slica Results. Anchorage: Institute of Social and Economic Research, University of Alaska Anchorage, 2007.
25. Chapin F.S. III et al. Resilience and vulnerability of northern regions to social and environmental change // Ambio. 2004. Vol. 33. P. 344–349.
26. Glantz M.H. Prototype Training Workshop for Educators on the Effects of Climate Change on Seasonality and Environmental Hazards: Final Report Submitted to Apn, 2004-Cb07nsy-Glantz. Asia-Pacific Network for Global Change Research, 2006.
27. Human Choices and Climate Change. Vol. 4 // Edited by S. Raynor, E.L. Malone. Columbus, OH: Batelle Press, 1998.
28. Guyette S. Planning for Balanced Development: a Guide for Native American and Rural Communities. Santa Fe: Clear Light, 1996.
29. Harris J.M., Wise T.A., Gallagher K.P., Goodwin N.R. A Survey of Sustainable Development, Social and Economic Dimensions. Washington, DC: Island, 2001.
30. Dickson C. The impact of climate change on traditional food // Polar Environ. Times. 2003. Vol. 3. P. 3.
31. Aporta C. Life on the ice: understanding the codes of a changing environment // Polar Rec. 2002. Vol. 38. P. 341–354.
32. Duerden F. Translating climate change impacts at the community level // Arctic. 2004. Vol. 57. P. 204–212.
33. Ford J.D., Smit B. A framework for assessing the vulnerability of communities in the Canadian Arctic to risks associated with climate change // Arctic. 2004. Vol. 57. P. 389–400.
34. Ford J.D., Smit B., Johanna W. Vulnerability to climate change in the Arctic: a case study from Arctic Bay, Canada // Glob. Environ. Change. 2006. Vol. 16. P. 145–160.
35. Alaska's Changing Boreal Forest / Edited by F.S. Chapin III, M.W. Oswood, K. Van Cleve, L.A. Viereck, D.L. Verbyla. Oxford: Oxford University Press, 2006.
36. Irvine K.N., Kaplan S. Coping with change: the small experiment as a strategic approach to environmental sustainability // Environ. Manage. 2001. Vol. 28. P. 713–725.