

УДК 551.583(265.53):504.5.06

## **МНОГОЛЕТНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ПРИМАГАДАНСКОМ ШЕЛЬФЕ ОХОТСКОГО МОРЯ, ВОЗМОЖНЫЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ**

*В. Е. Глотов, Л. П. Глотова*

*Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, г. Магадан  
E-mail: geocol@neisri.ru, glotova@neisri.ru*

Охарактеризованы естественные изменения природных условий акватории Примагаданского шельфа, отраженные в трансформации климата и метеорологических процессов, штормовой активности, ледовитости моря и его гидрохимических особенностях. Показана тенденции увеличения среднегодовой температуры воздуха на 0,3–0,9°C и количества осадков в среднем на 30 мм с середины 60-х гг. прошлого столетия, что благоприятствовало уменьшению максимальной ледовитости моря, которая за последние 30 лет снизилась почти на 6%. На основе анализа календаря последовательной смены элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) с 1889 по 1971 г. отмечены возрастающая неустойчивость структуры тепловлагопереноса в земной атмосфере, уменьшение продолжительности действия каждого ЭЦМ в среднем с 3–4 до 2,7–3 дней. В северной части Охотского моря на Приохотском, Притауйском участках установлено уменьшение средних значений солености (и хлорности) морских вод на 0,22–1,11‰ в августе – октябре. Эти изменения связаны с увеличением притока речных вод, сокращением ледовитости моря, возрастанием количества осадков. В зал. Шелихова и бух. Нагаева гидрохимический режим постоянен. Обращено внимание на то, что все происходящие изменения, усугубляемые техногенной деятельностью, могут привести как к позитивным, так и к негативным экологическим последствиям, которые намечены и требуют углубленного изучения для сохранения биопродуктивности Охотского моря.

**Ключевые слова:** Охотское море, Примагаданский шельф, углеводородные ресурсы, ледовитость, штормовая активность, соленость, экологические последствия.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Примагаданский шельф Охотского моря при-мыкает к территории Магаданской области на протяжении от п-ова Лисянского на западе до п-ова Елистратова на востоке. Условная линия, отделяющая данный отрезок шельфа от общего Охотоморского, примерно совпадает с границей субмаринного Магаданского осадочного бассейна (ОБ) с Охотским сводом и ОБ ТИНРО, на северо-востоке – с осевой зоной Шелиховского ОБ (рис. 1). Данная часть акватории Охотского моря имеет площадь около 60 тыс. км<sup>2</sup> и относится к наиболее биологически продуктивным районам Мирового океана с общим допустимым уловом 1025 тыс. т в год (Афанасьев, 1998), по другим данным – 500 тыс. т (Волобуев, Михайлов, 2006). Вместе с тем по материалам исследований геологов, прежде всего треста «Дальморнефтегео-

физика» (далее – ОАО ДМНГ) и Северо-Восточного комплексного НИИ ДВО РАН (далее – СВКНИИ), этот район шельфа Охотского моря является весьма перспективным в отношении нефтегазоносности (Гревцев и др., 2003; Кроушукина, 2003).

В географическом отношении в акватории шельфа выделяют такие крупные элементы, как Шелиховский залив с Пенжинской и Гижигинской губой, а также самостоятельные более малые по площади – Тауйскую губу, зал. Шельтинга, Ушки, Сигланский и др. Из числа наиболее крупных по площади полуостровов известны Тайгонос, Кони, Пьягина, Лисянского.

В геологическом отношении Примагаданский шельф включает в себя субмаринные Магаданский ОБ, северо-западное крыло Шелиховского ОБ, а также субмаринные участки Ямско-Тауйского и Гижигинского ОБ.

В результате геолого-геофизических работ, проведенных на шельфе за последние 10 лет, вы-

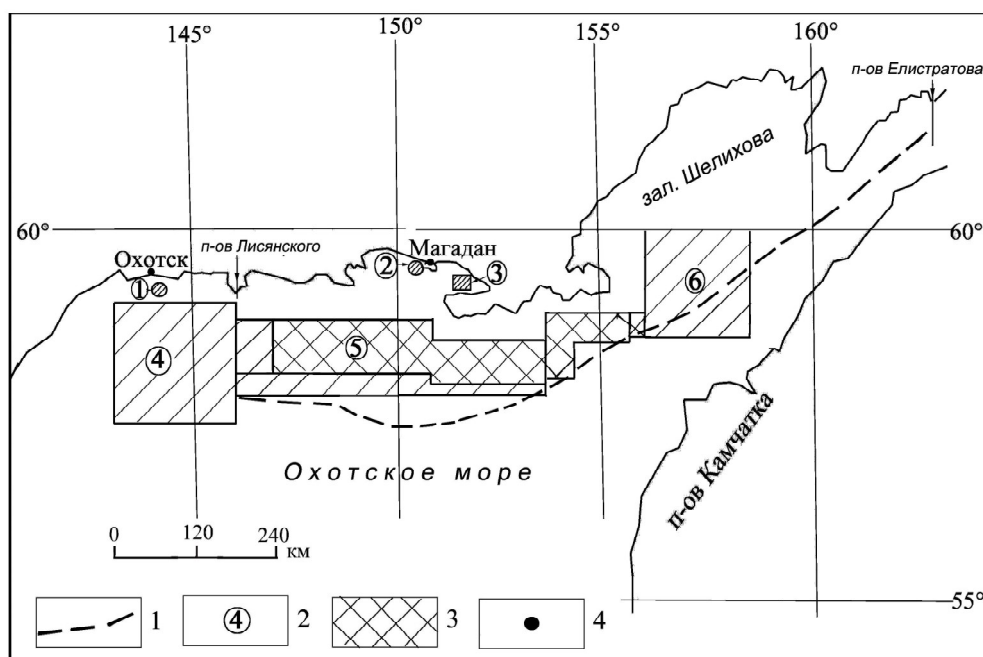


Рис. 1. Расположение изучаемых участков на шельфе северной части Охотского моря: 1 – ориентировочная южная граница Примагаданского шельфа; 2 – участки гидрохимических исследований (1 – рейд г. Охотск, 2 – вход в бух. Нагаева, 3 – восточная часть Тауйской губы, 4 – Приохотский, 5 – Притауйский, 6 – южная часть зал. Шелихова); 3 – первоочередные участки освоения углеводородных ресурсов Примагаданского шельфа; 4 – населенные пункты

Fig. 1. The shelf study areas of the northern Sea of Okhotsk: 1 – the suggested southern bounds of the Primagadansky Shelf; 2 – the hydrochemical study areas (1 – the Okhotsk Bay area, 2 – the entrance route into Nagaev Bay, 3 – the eastern part of Tauiskaya Bay, 4 – Priokhotsky, 5 – Pritauisky, 6 – the southern part of Shelikhov Bay); 3 – the first priority hydrocarbon planning areas over the Primagadansky Shelf territory; 4 – small towns and communities

делены участки первоочередного освоения углеводородных ресурсов (УВР): Магадан-1, Магадан-2, Магадан-3 и Магадан-4 (Гревцев и др., 2006). На каждом из них околонтурены положительные структуры, для которых подсчитаны возможные запасы (табл. 1).

По подсчетам А. В. Гревцева и В. В. Куделькина, выполненным в 2004 г., на всей площади Примагаданского шельфа извлекаемые ресурсы нефти составляют 1345 млн т, а газа – 3574 млрд м<sup>3</sup>.

Вполне объективны опасения биологов, что освоение УВР шельфа у побережья Магаданской области приведет к значительному снижению биологических морских ресурсов. К настоящему вре-

мени осуществлена оценка возможного воздействия работ по поискам, разведке и эксплуатации месторождений нефти и газа на шельфе, сделаны выводы о низком уровне экологических угроз морской среде при соблюдении существующих требований к производству геофизических и морских работ в акватории северной части Охотского моря (Замощ и др., 2003; Замощ, 2006; Моисейченко и др., 2006; Черешнев и др., 1998).

Во всех оценках авторы исходили из среднестатистических климатических, гидрологических и гидрохимических характеристик морской акватории и побережья, поэтому они не полностью отражают тенденции изменения сложившихся при-

Таблица 1. Прогнозные запасы углеводородов на участках первоочередного их освоения (по материалам ОАО ДМНГ и СВКНИИ ДВО РАН)

Table 1. The high-priority hydrocarbon prospects (according to OAO DMNG and SVKNII DVO RAN data)

Участки первоочередного освоения	Расчетные запасы углеводородов					
	геологические			извлекаемые		
	Нефть, млн т	Газ, млрд м <sup>3</sup>	Конденсат, млн т	Нефть, млн т	Газ, млрд м <sup>3</sup>	Конденсат, млн т
Магадан-1	1231	801,4	68,2	320,3	783,3	50,6
Магадан-2	1064	1137,8	125,6	268,8	1118,8	89,3
Магадан-3	436	409	48	116	373	34
Магадан-4	1240	624	60	320	545,1	43
Всего	3971	2972,2	301,8	1025,1	1820,2	216,9

родных условий. Знание же этих тенденций – необходимое условие для прогноза влияния техногенной деятельности на геоэкологическую обстановку, прежде всего на состояние морских биологических объектов шельфа. Следует учитывать, что масштаб воздействия человека на окружающую среду во многом определяется соответствием техногенеза направленности естественных изменений природной среды (Гончаров и др., 2004).

**Цель статьи** – выявить возможные естественные изменения природной среды на площади акватории Примагаданского шельфа, определить их геоэкологическую значимость и соответствие этих изменений деятельности людей по освоению УВР. Данная цель актуальна в научном и практическом отношении, однако до сих пор она не привлекала внимания исследователей. Достаточно отметить, что в Оценочном докладе об изменениях климата (2008), подготовленном Научно-координационным советом Росгидромета, отсутствуют сведения об естественных изменениях физических, химических и биологических параметров Охотского моря, хотя для других дальневосточных морей они есть. Следовательно, достижение цели статьи в некоторой степени будет способствовать увеличению знаний о текущих естественных процессах в Охотском море.

**Метод исследования** – камеральный, связанный с изучением опубликованных и рукописных материалов многолетних наблюдений за климатом на морском побережье и в акватории Примагаданского шельфа, за гидрохимическими параметрами, природными процессами, влияющими на геоэкологическое состояние шельфа и морского побережья. Мы использовали автоматизированные программы расчетов средних арифметических значений, тренд- и гармонические анализы. Об отдельных частных методах изучения фактического материала мы сообщим при описании специфических природных характеристик.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Естественные изменения природной среды** многочисленны, хотя наиболее заметны перестройки, происходящие в атмосфере, гидросфере, биосфере. Они отражаются в трансформации климата и метеорологических процессов, штормовой активности в морской акватории, ледовитости, гидрохимических характеристиках моря. Именно эти составляющие природной среды, с одной стороны, определяют особенность жизнедеятельности людей на шельфе

и его побережье, а с другой – люди могут ускорить или затормозить естественные процессы преобразования указанных показателей среды своего обитания.

**Климат** морского побережья и акватории Примагаданского шельфа можно описать по данным метеостанций в г. Охотск и Магадан (бух. Нагаева), поселках на морском побережье Армань, Гижига, Ола, Наяхан, Ямск, о. Завьялова и м. Тайгонос. Учитывая, что общая характеристика климата достаточно полно освещена в работах Н. К. Ключкина (1970) и А. Д. Ковалева (1970), мы обратим внимание на возможные изменения основных климатических параметров (температура воздуха и осадки).

На рис. 2 показано, что до 1960 г. отмечается тенденция стабильного похолодания климата, которая с конца 50-х гг. несколько лет оставалась на самом низком уровне, но с середины 60-х гг. началась тенденция потепления, которая продолжается и после 2000 г., что соответствует глобальным тенденциям (Оценочный..., 2008).

С учетом полученных результатов мы выделили периоды наблюдений за климатом до 1960 и после 1960 г. В этих периодах по указанным выше постам рассчитали средние годовые значения температуры воздуха и осадков (табл. 2).

Повсеместно замечено потепление климата и увеличение количества осадков, хотя в целом климат остается суровым с длительным (до 7 мес) холодным периодом года, когда среднесуточная температура воздуха устойчиво держится ниже 0°C. Соответственно, теплый период года при среднесуточной температуре воздуха выше 0°C продолжается в среднем около 5 мес – с начала мая по конец сентября.

**Ледовитость Охотского моря** у северного побережья соответствует аналогичной характеристике арктических морей. При этом в отдельные

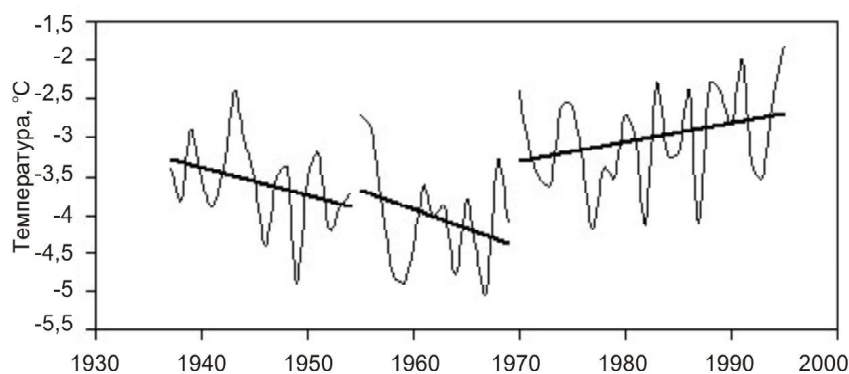


Рис. 2. Изменения среднегодовой температуры воздуха с 1937 по 1995 г. (с линиями трендов) по данным наблюдений на посту Нагаева (по материалам Колымского управления гидрометеослужбы – КУГМС)

Fig. 2. The annual changes in average air temperatures since 1937 to 1995 (the trend lines are shown), according to weather observations at Nagaev Station (the Kolymian Weather Department – KUGMS information sources)

Таблица 2. Среднегодовые температура воздуха и количество осадков на охотоморском северном побережье по многолетним данным метеопостов (по материалам КУГМС; Прикладной..., 1960)

Table 2. Annual air and precipitation average values over the northern Sea of Okhotsk coasts, according to long-term weather observations (according to KUGMS information sources; Прикладной..., 1960)

Метеопункт, абс. отметка, м	Среднегодовое значения			
	Температура воздуха, °С		Количество осадков, мм	
	до 1960 г.	1960–1988 гг.	до 1960 г.	1960–1988 гг.
Охотск, 6 м	-5,3	-4,6	358	Нет св.
Усть-Армань, 8 м	-4,1	-3,6	468	473
Бух. Нагаева (г. Магадан), 118 м	-4,1	-3,5	548	558
Ямск, 5 м	-5,2	-4,6	519	588
Ола, 5 м	-4,7	-3,8	359	376
Наяхан, 23 м	-4,9	-4,5	411	463
Гижига, 5 м	-5,8	-5,2	318	346
о. Завьялова, 224 м	-3,3	-2,8	674	685
м. Тайгонос, 45 м	-2,8	-2,5	434	483

теплые зимы ледовитость не превышает 60%, а в исключительно холодные льдами бывает покрыто почти все море (до 98%).

В формировании ледового покрова на Примагаданском шельфе большую роль играют ледовые поля, дрейфующие под воздействием ветров и постоянных течений. Наиболее мощное, стабильное из них связано с притоком тихоокеанических вод, которые вдоль западного камчатского побережья проникают до Пенжинской губы. Из зал. Шелихова течение отклоняется к западу и далее следует вдоль северного побережья, затем от западного – к Сахалинскому заливу. Это течение выносит льды из зал. Шелихова в Тауйскую губу и прилегающую к ней акваторию северо-западного сектора Охотского моря. В холодные годы лед на акватории Примагаданского шельфа можно встретить с начала ноября до конца июня, а в относительно теплые – с конца ноября до середины июня. В среднем образование льда начинается в ноябре. К началу января преобладают льды толщиной до 20–30 см. К концу февраля – началу марта толщина льда достигает 100 см, иногда 120 см. К марту вся акватория на Примагаданском шельфе образует сплошной покров дрейфующего льда.

По результатам обобщения и обработки карт ледовых разведок с 1957 г., а с 2002 по 2005 г. – спутниковых снимков можно заключить, что общие климатические и гидрографические условия отражаются на уменьшении максимальной ледовитости в среднем за последние 30 лет почти на 6% (рис. 3). Это связано с прогрессирующим уменьшением льдопокрытой площади в январе – марте. Данный факт увязывается с тем, что текущее потепление климата отражается в повышении зимних температур воздуха и увеличении

количества осадков в виде снега (Сушанский и др., 2002).

*Штормовая активность* на акватории Примагаданского шельфа связана с частыми ветрами, вызванными прохождением глубоких циклонов от умеренных и низких широт Тихого океана к высоким арктическим и значительной протяженностью Охотского моря в меридиональном направлении. Особенности волнового режима определяются преимущественно скоростью, устойчивостью и направлением господствующих ветров, а также ледовыми условиями. По данным Р. П. Жаврида (1970), в летние месяцы преобладают волны высотой до 1–1,5 м, а во время штормов – до 5–6 м. Осеню в открытом море высота волны 3–4 м, у берегов – 5–6 м, в отдельных случаях – 8–10 м.

Со штормовой активностью связаны неперіодические катастрофические подъемы уровня моря в северо-западной его части на участке примерно от 140 до 155° в. д. Эти подъемы могут превысить уровень прилива на 6 м. Есть исторические свидетельства о подобных наводнениях в 1926, 1955, 1969 и 1992 г. Обобщив материалы о катастрофических подъемах уровня моря, В. Д. Кравцов (1970 г.) пришел к выводу, что непременным условием подобного наводнения является выход циклона к северному морскому побережью или быстрое смещение в этом направлении активно-

но в открытом море высота волны 3–4 м, у берегов – 5–6 м, в отдельных случаях – 8–10 м.

Со штормовой активностью связаны неперіодические катастрофические подъемы уровня моря в северо-западной его части на участке примерно от 140 до 155° в. д. Эти подъемы могут превысить уровень прилива на 6 м. Есть исторические свидетельства о подобных наводнениях в 1926, 1955, 1969 и 1992 г. Обобщив материалы о катастрофических подъемах уровня моря, В. Д. Кравцов (1970 г.) пришел к выводу, что непременным условием подобного наводнения является выход циклона к северному морскому побережью или быстрое смещение в этом направлении активно-



Рис. 3. Скользящие средние 30-летние значения максимальной ледовитости Охотского моря (по М. В. Ушакову, 2001 с добавлением авторов)

Fig. 3. The average sliding maximums of ice conditions over the Sea of Okhotsk during 30 years (according to M. V. Ushakov, 2001, with supplements by the authors of this article)

го фронта от Курильской гряды. Особую опасность представляет наложение неперiodических колебаний на полный прилив.

Причиной подъема уровня воды на 70–80 см выше приливного могут быть и сейши, связанные с падением атмосферного давления на обширной площади Охотского моря. Видимо, такие подъемы, особенно заметные при ледовом покрове, принимают за цунами. За XVII–XX столетия их у северного побережья фактически не отмечали.

В свою очередь, штормовые волнения и неперiodические подъемы уровня воды связаны с динамикой циркуляции земной атмосферы в Северном полушарии, которая проявляется в частоте и смене траекторий циклонов и антициклонов, названных Б. Л. Дзердзеевским (1975) элементарными циркуляционными механизмами (ЭЦМ). Как установлено Б. Л. Дзердзеевским, структура распределения генерализованных траекторий движения воздушных масс в Северном полушарии, в том числе и в северо-западной акватории Тихого океана, достаточно устойчива в течение нескольких суток, после чего «скачком» переходит в другой вид, т. е. происходит смена типов ЭЦМ. Проанализировав календарь последовательной смены ЭЦМ с 1889 по 1971 г., мы заметили, что до 1935 г. в атмосфере Северного полушария смены ЭЦМ происходили в среднем от 97 до 85 раз за год. С 1935 по 1954 г. этот показатель метеорологической активности возрос до 103 раз в год, а в последующие годы – до 115–135 раз (рис. 4). Данное заключение соответствует выводу упомянутого Оценочного доклада (2008), в котором отмечена тенденция увеличения количества циклонов во всех регионах России за 1936–2006 гг.

Следовательно, глобальное потепление климата сопровождается возрастающей неустойчивостью структуры тепловлагопереноса в земной атмосфере, уменьшением продолжительности действия каждого ЭЦМ в среднем с 3–4 до 2,7–3 дней.

Описанные катастрофические подъемы уровня моря у северного побережья Охотского моря происходили при участии циклонов, соответствующих типу ЭЦМ 12бз, продолжительностью от 4 до 5 дней. Более частые смены типов ЭЦМ вызываются изменениями генерализованного направления перемещения циклонов, что уменьшает масштабы штормового нагона воды в прибрежных участках.

*Гидрохимический режим* северной части связан с притоком речных вод, формированием и таянием ледового покрова, испарением с водной поверхности в теплое время года. Известно, что все эти факторы подвержены значительным сезонным изменениям и, конечно, качественные характеристики морских вод могут меняться под воздействием глобальных естественных трансформаций природной среды. О масштабах и особенностях сезонных изменений можно судить по результатам годичного цикла гидрохимических исследований поверхностного слоя морской воды на рейде г. Охотск и данным многократных опробований морской толщи в точке на входе в бух. Нагаева. Работы выполнены Центром по изучению и контролю загрязнения природной среды КУГМС с 1984 по 1989 г. Установлены колебания хлорности (Cl, ‰) и солёности (S, ‰) от максимальных значений в январе-феврале до минимальных в июне-июле (рис. 5). Впадающие в бух. Нагаева мелкие ручьи имеют сток только в теплый период года, поэтому гидрохимический режим бухты определяется в основном вымерзанием морской воды зимой и таянием льда в апреле – июне. В августе – октябре состав и минерализация морской воды контролируется приливно-отливными течениями, волновыми нагонами из Тауйской губы.

Внутригодовая изменчивость состава и минерализации морской воды, установленная для рейда г. Охотск, вызвана вымерзанием морской воды у поверхности, сбросом воды рр. Улья, Урак, Охота, Иня и др., таянием льдов в мае-июне, выпадением

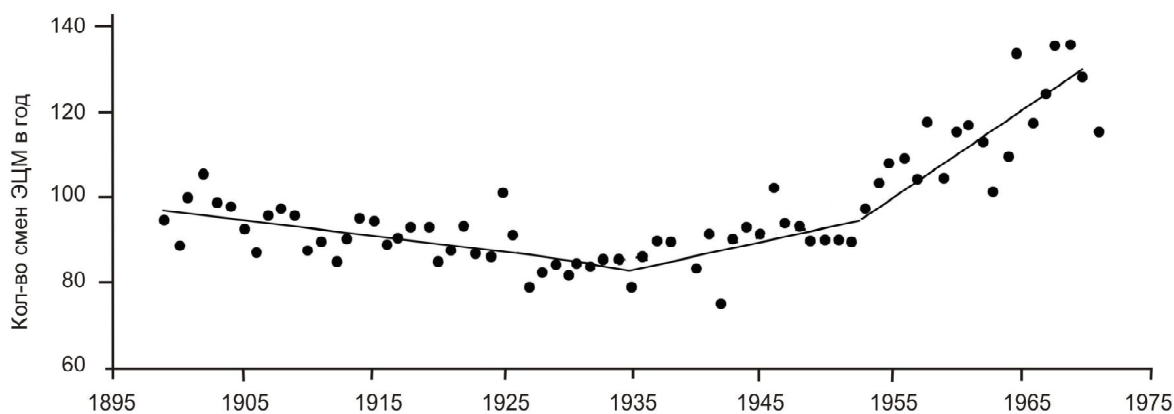


Рис. 4. Смена циклонов и антициклонов (типов ЭЦМ) с 1895 по 1971 г. (по Б. Л. Дзердзеевскому, 1975)

Fig. 4. The cyclone and anticyclone chart (the SCM types), since 1895 to 1971 (according to Б. Л. Дзердзеевский, 1975)

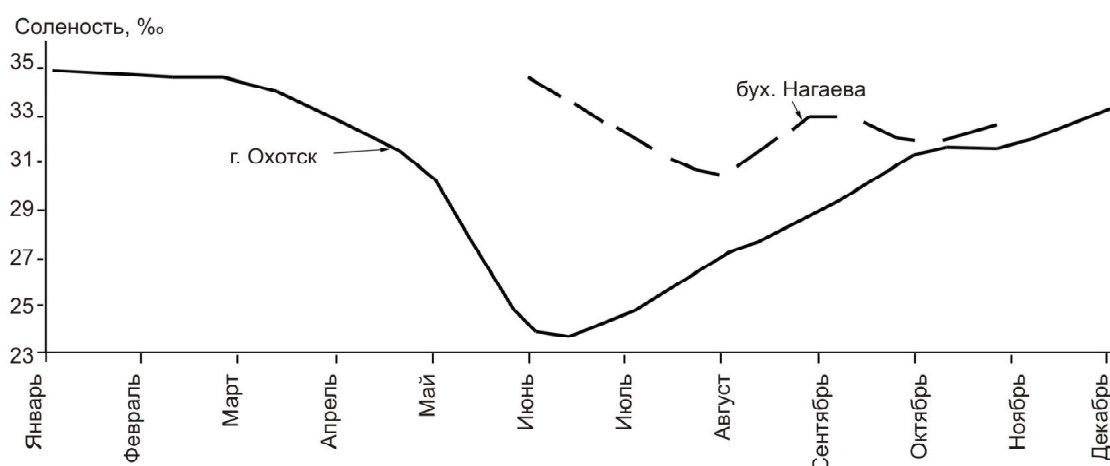


Рис. 5. Изменение солености морской воды в районе г. Охотска и в бух. Нагаева (по материалам КУГМС), 1989 г.

Fig. 5. The changes in sea water salinity in the vicinities of Okhotsk and in Nagaev Bay (according to KUGMS information sources), 1989

нием дождей. Следовательно, на основе данных режимных наблюдений можно заключить, что наибольшей степенью репрезентативности без искажающего влияния процессов формирования и таяния льда отличаются результаты гидрохимических исследований, выполненных в августе – октябре, т. е. в конце теплого периода года при среднесуточных положительных температурах воздуха и поверхностного слоя морской воды.

Для выявления многолетней изменчивости гидрохимического облика воды на Примагаданском шельфе мы изучили материалы гидрографических исследований за указанные месяцы, полученные различными экспедициями на судах «Витязь» (1886–1889 гг.), «Командор Беринг» (1907–1908 гг.), «Лейтенант Дадымов» (1908, 1911, 1913, 1915 гг.), «Нептун» (1908 г.), «Охотск» (1908–1918 гг.), «Унио-Мару» (Япония, 1915–1917 гг., 1936 г.), «Красный якут» (1930 г.), «Ара» (1932 г.), «Гагара» (1932 г.), «Пластун» (1932 г.), «Лебедь» (1934 г.). В 1984–1989 гг. гидрохимические работы на Примагаданском шельфе выполнены упомянутыми подразделениями КУГМС. Все исследования проводили на станциях с точными координатами; пробы, обычно 3 и более, отбирали с разной глу-

бины (горизонтов) от поверхности моря до дна. Среднее арифметическое всех полученных значений хлорности и солености характеризовало состав воды в точке наблюдения. Акваторию Примагаданского шельфа и прилегающей площади северной части Охотского моря мы разделили на характерные участки: Приохотский, Притауйский, выход из бух. Нагаева, восточная часть Тауйской губы, южная часть зал. Шелихова (см. рис. 1). Для каждого участка выводили среднее арифметическое значение хлорности и солености из усредненных величин этих параметров по станциям в пределах указанных участков для двух периодов: с 1886 по 1934 г. и с 1984 по 1989 г. Эти периоды отличаются тенденциями климатических изменений, следовательно, и ледовитости, и активности циркуляционных процессов в атмосфере, о чем уже было сказано. В табл. 3 приведены полученные данные о гидрохимических особенностях участков.

На основе полученных результатов сравнительного анализа можно заключить, что воды бух. Нагаева и зал. Шелихова за прошедшее столетие фактически сохранили свой гидрохимический облик. Достаточно значительно уменьшилась соле-

Таблица 3. Средние значения хлорности и солености морской воды в августе – октябре на Примагаданском шельфе (по материалам гидрографических экспедиций и КУГМС)

Table 3. The average sea water chlorinity and salinity over the Primagadansky Shelf area since August through October (according to hydrographic study results and KUGMS data)

Участок акватории	1886–1934 гг.				1984–1989 гг.			
	Кол-во станций	Кол-во проб	Cl, ‰	S, ‰	Кол-во станций	Кол-во проб	Cl, ‰	Sl, ‰
Приохотский	11	72	18,24	32,96	10	28	17,76	32,05
Притауйский	16	95	18,07	32,43	12	35	17,82	32,21
Вост. часть Тауйской губы	3	13	17,66	31,95	9	27	17,14	30,86
Вход в бух. Нагаева	6	35	17,75	32,07	8	40	17,72	32,06
Юж. часть зал. Шелихова	6	67	18,27	33,03	20	60	18,26	33,02

ность воды и, соответственно, содержание хлоридов в воде восточной части Тауйской губы и на Приохотском участке. На Притауйском участке шельфа также произошло опреснение морской воды, но в меньшей степени.

Происходящее уменьшение хлорности и солености морской воды на шельфе мы объясняем увеличением стока пресных вод с суши вследствие потепления климата и роста количества осадков. Поскольку бух. Нагаева имеет очень малую водосборную площадь, то, соответственно, происходящие климатические процессы на гидрохимический режим не влияют или же это влияние очень незначительно. В зал. Шелихова основным фактором, определяющим гидрохимический режим, является приток океанской относительно соленой воды западнокамчатским течением. Объем притока намного превышает сток пресной воды с суши, поэтому увеличение годового объема речного стока в связи с происходящими глобальными метеорологическими процессами на гидрохимические характеристики в зал. Шелихова практически не сказалось.

**Обсуждение результатов.** Исследованиями однозначно установлено возрастание среднегодовых температур воздуха и среднегодового количества осадков. Климатическим изменениям предшествовала перестройка структуры механизмов циркуляции атмосферы в Северном полушарии, что отражается в возрастании количества циклонов при уменьшении продолжительности их существования. Эти климатические и метеорологические факторы приводят к уменьшению масштабов формирования ледового покрова, возможно, и к снижению высоты волн у морских побережий и на шельфе, хотя интенсивность образования малоамплитудных волн, видимо, возрастает. Происходящие физико-географические процессы проявляются в уменьшении солености и хлорности морских вод на участках активного таяния ледового покрова и находящихся под влиянием речного стока. В закрытых бухтах и зал. Шелихова гидрохимический режим достаточно консервативен.

Как известно, деятельность людей, связанная с освоением углеводородного потенциала земных недр в целом и Примагаданского шельфа в частности, будет способствовать естественным процессам потепления климата вследствие вероятных аварийных и плановых выбросов в атмосферу углеводородных газов, оксидов углерода и азота. Нахождение Примагаданского шельфа на генерализованных направлениях циклонов, прорывающихся из акватории Тихого океана в арктические широты через меридионально вытянутое Охотское море, будет способствовать распространению загрязнителей воздуха на обширных площадях Северо-Востока России. Геоэкологические по-

следствия этого процесса не изучены, но не исключены более ускоренные климатические изменения на прибрежных площадях, прилегающих к нефтегазоносным участкам Примагаданского шельфа.

Повышение среднегодовой температуры воздуха и поверхностного слоя морской воды может вызвать возрастание первичной продукции в фотическом слое Охотского моря, что показано исследованиями С. А. Горбаренко с соавторами (2008), А. А. Босина (2009). Не исключено, что повышение среднегодовой температуры поверхности воды и уменьшение объемов ежегодного дрейфующего льда приведет к замедлению или полному прекращению процессов конвективного перемешивания водной толщи в зимнее время года, что может вызвать изменения вертикального распределения кислорода в морской воде. Данному экологически негативному для водных животных процессу будет способствовать деятельность людей на морском дне: подготовка оснований буровых платформ, прокладка трубопроводов, проходка подводных траншей, сброс шлама в морские воды и т. д. При этом слои придонного ила, распространенного на большей части площади шельфа, будут взмучиваться. Пелитовые частицы в воде обычно активно окисляются, расходуя растворенный кислород. В данном случае возможно ускоренное возникновение дефицита кислорода в придонных слоях воды. Именно с ним мы увязываем случаи массовой гибели придонных рыб и членистоногих на сахалинском шельфе. В более массовом масштабе они возможны на шельфе северной части Охотского моря.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги предпринятого исследования, отметим, что на Примагаданском шельфе, являющемся частью северной акватории Охотского моря, обнаружены отчетливые признаки естественных многолетних изменений природных условий: климата, ледовитости, штормовой активности в акватории моря, гидрохимического режима. Установлено, что с начала 60-х гг. прошлого столетия сформировалась отчетливая тенденция повышения среднегодовой температуры воздуха и количества осадков, сокращения ледовитости моря. Намечены тенденции уменьшения солености и хлорности морской воды в Тауйской губе на Притауйском и Приохотском участках Примагаданского шельфа. В закрытых бухтах и зал. Шелихова гидрохимический режим в XX столетии был постоянен. Не изучена, но, вероятно, существенна экологическая роль меняющейся структуры направления перемещений тепловлагонесущих масс из акватории Тихого океана по субмеридиональным траекториям на суше Северо-

Востока России и из арктических районов Северного полушария в более низкие широты. С антропоцентристских позиций происходящие природные естественные многолетние изменения могут быть геоэкологически позитивными (уменьшение ледовитости моря, возможные понижения высоты штормовых волн и непериодических подъемов уровня моря относительно приливного, увеличение продуктивности фотического слоя). Однако эти и другие изменения, усугубляемые деятельностью людей, могут быть и экологически негативными: уменьшение активности конвективного теплопереноса в толще морской воды, нарушение сложившихся схем вертикального распределения кислорода в Охотском море, возникновение губительного для водных животных дефицита растворенного кислорода. Перечисленные процессы и их возможные геоэкологические последствия пока только установлены или намечены, но не изучены. Углубленное их изучение необходимо для сохранения биоразнообразия Охотского моря, в конечном итоге для благополучия людей, осваивающих ресурсы шельфа и морских побережий.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Афанасьев Н. Н.* Запасы биологических ресурсов северной части Охотского моря, перспективы их освоения и задачи рыбохозяйственных исследований // Северо-Восток России: проблемы экономики и народонаселения: расшир. тез. докл. регион. науч. конф. «Северо-Восток России: прошлое, настоящее, будущее» / отв. ред. В. И. Гончаров. Магадан, 31.03.–02.04.1998 г.: в 2-х т. – Магадан : ОАО «Северовостокзолото», 1998. – Т. 1. – С. 62–63.
- Босин А. А.* Реконструкция первичной продукции Охотского моря в позднем плейстоцене и голоцене по данным хлороинового анализа : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Владивосток, 2009. – 22 с.
- Волобуев В. В., Михайлов В. И.* Структура и промысловое значение водных биологических ресурсов северной части Охотского моря // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2006. – № 1. – С. 35–48.
- Гончаров В. И., Глотов В. Е., Гревцев А. В.* Экологические риски: масштабы их развития и способы предупреждения // Устойчивое развитие горных территорий: проблемы и перспективы интеграции науки и образования : материалы V междунар. конф. Владикавказ, 21–23.09.2004 г. – Владикавказ : Гос. технолог. ун-т, 2004. – С. 193–202.
- Горбаренко С. А., Харада Н., Малахов М. И. и др.* Тысячелетние осцилляции климата и среды Охотского моря за последние 190 тыс. лет в связи с глобальными изменениями // ДАН. – 2008. – Т. 423, № 3. – С. 389–392.
- Гревцев А. В., Глотов В. Е., Глотова Л. П., Соинская С. М.* Прогнозные ресурсы углеводородного сырья шельфа // Ландшафты, климат и природные ресурсы Тауйской губы Охотского моря. – Владивосток : Дальнаука, 2006. – С. 477–494.
- Гревцев А. В., Гончаров В. И., Глотов В. Е., Соинская С. М.* Нефтегазовый потенциал Магаданского шельфа // Новая Колыма. – 2003. – № 1. – С. 36–44.
- Дзержевский Б. Л.* Общая циркуляция атмосферы и климат. – М. : Наука, 1975. – 211 с.
- Жаврид Р. П.* Условия возникновения штормового волнения в северной части Охотского моря : сб. работ Магадан. гидрометеоролог. обсерв. / под ред. А. С. Кузнецова. – Магадан : КУГМС, 1970. – Вып. 5. – С. 106–114.
- Замощ М. Н.* Экологические проблемы освоения месторождений нефти и бурых углей // Ландшафты, климат и природные ресурсы Тауйской губы Охотского моря. – Владивосток : Дальнаука, 2006. – С. 495–525.
- Замощ М. Н., Лавров Н. П., Моторов О. В., Гревцев А. В.* Прогнозная эколого-экономическая оценка разработки месторождения углеводородного сырья на шельфе Магаданской области // Колыма. – 2003. – № 1. – С. 14–22.
- Клюкин Н. К.* Климат // Север Дальнего Востока / отв. ред. Н. А. Шило. – М. : Наука, 1970. – С. 101–132.
- Ковалев А. Д.* Моря // Там же. – М. : Наука, 1970. – С. 165–186.
- Кровушкина О. А.* Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Магаданского осадочного бассейна: автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. – М., 2003. – 26 с.
- Моисейченко Г. В., Зуенко Ю. И., Огородникова А. А.* Эколого-экономическая оценка воздействия сейсморазведочных работ на биоресурсы Магаданского шельфа // Геология, география и биологическое разнообразие Северо-Востока России : материалы Дальневост. регион. конф., посвящ. памяти А. П. Васильевского и в честь его 95-летия (Магадан, 28–30 нояб. 2006 г.). – Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2006. – С. 243–247.
- Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации : техн. резюме / вед. авторы: О. А. Анисимов, Ю. А. Анохин, Л. И. Болтнева, Е. А. Ваганов и др. – М. : Росгидромет, 2008. – 90 с.*
- Прикладной климатический справочник Северо-Востока СССР / под ред. Н. К. Клюкина. – Магадан : Кн. изд-во, 1960. – 427 с.*
- Суцанский С. И., Глотов В. Е., Глотова Л. П.* Многолетние, сезонные и суточные изменения стокоформирующих факторов и общего водного стока руч. Контактный // Факторы формирования общего стока малых горных рек в Субарктике. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2002. – С. 35–59.
- Ушаков М. В.* Некоторые сигналы современного глобального потепления в Магаданской области и Охотском море // Колымские ВЕСТИ. – 2001. – № 12. – С. 49–50.
- Черешнев И. А., Назаркин М. В., Шестаков А. В., Скопец М. Б.* Проблема сохранения биологического разнообразия прибрежной ихтиофауны при разведке и разработке запасов углеводородного сырья на шельфе северной части Охотского моря // Там же. – 1998. – № 12. – С. 11–16.



## LONG-LASTING ENVIRONMENTAL CHANGES OVER THE PRIMAGADANSKY SHELF AREA (the Sea of Okhotsk) AND THEIR EXPECTED GEOECOLOGICAL IMPACTS

*V. E. Glotov, L. P. Glotova*

The authors describe environmental changes over the Primagadansky Shelf area, which have already resulted in changing climatic conditions, new weather processes, changes in the storm activity, the sea ice conditions and its hydrochemical characters there. The air average annual temperature is shown to have become 0.3–0.9°C higher since the mid-1960s, and the average precipitation 30 mm higher since then. As a result, the maximum sea ice cover has become about 6% smaller during the past 30 years. According to studies of the sequential simple circulation mechanisms (SCM) reported for the period from 1889 to 1971, the heat-and-moisture transfer shows its growing instability in the Earth's atmosphere, and the average duration of each SCM has changed from 3–4 to 2.7–3 days. The average salinity (and chlorinity) values of sea water are reported to be 0.22–1.11‰ lower since August through October over the Priokhotsky and Pritauisky areas in the northern Sea of Okhotsk. This is due to a greater river water influx, sea ice cover shortening and a growing precipitation. The sea hydrochemical conditions remain constant in Shelikhov Bay and Nagaev Bay. It is highly important that all reported changes are aggravated with the industrial activities conducted in this area and can have both positive and negative environmental impacts, which must be thoroughly researched and studied in order to preserve the biologic productivity of the Sea of Okhotsk.

**Key words:** the Sea of Okhotsk, Primagadansky Shelf, hydrocarbons, ice conditions, storm activity, salinity, environmental impact.