

Изменение климата и его роль в надёжности инженерных объектов в криолитозоне

© 2011. М. М. Шац, к.г.н., в.н.с.,

Институт мерзлотоведения имени П. И. Мельникова СО РАН,
e-mail: shatz@vpi.ysn.ru

Показаны современные тенденции изменения климата и их последствия для инженерных сооружений криолитозоны. На примере инфраструктуры г. Якутска показана её связь с динамикой климата.

The stability state and problems of infrastructure of Yakutsk, one of the most Northern cities, are considered. Different stages of the city development, as well as connection of infrastructure reliability with climate dynamics are shown.

Ключевые слова: состояние и проблемы устойчивости инфраструктуры, динамика климата

Key words: condition and problems of stability of infrastructure; climate dynamics

Введение

Потепление климата, в последние годы именуемое не столь однозначно «изменением», и его влияние на многолетнемёрзлые породы (ММП) и состояние геотехнических объектов в криолитозоне является принципиальной проблемой, мнения по которой разнополярны. Отсутствует единая точка зрения даже на основные причины этого явления, а также его последствия для мёрзлых толщ. Поэтому остановимся на этом подробнее.

По проблеме потепления существуют две основные точки зрения.

Сторонники первой, в основном климатологи, считают этот процесс следствием антропогенной деятельности и одной из главных, если не основных, причин происходящих на Российском Севере деформаций и обрушений геотехнических объектов.

По мнению одного из ведущих специалистов по динамике глобального климата, представителя этого направления О. А. Анисимова [1], глобальное потепление обусловлено «...главным образом парниковым эффектом образующихся при сжигании ископаемого топлива углекислого газа и метана, количество которого в атмосфере также увеличивается». О. А. Анисимов считает, что в продолжение происходящего потепления (табл. 1) за несколько будущих десятилетий температура воздуха может вырасти ещё на 3 °С. Это будет сопровождаться повышением температуры ММП и неизбежно приведет к утрате устойчивости многих геотехнических объектов. Он

отмечает, что в случае сохранения современных тенденций изменения климата, а именно об этом свидетельствуют теоретические прогнозы, деградация ММП и обусловленные ею негативные геоэкологические последствия станут неизбежны и будут сопровождаться массовыми деформациями геотехнических объектов, выстроенных без учёта тенденций динамики климата. Судя по многочисленным примерам в научной литературе и в СМИ, в последнее время резко усилилось негативное воздействие экзогенных, в т. ч. криогенных, процессов на объекты инфраструктуры геотехнических сооружений. Так, в Западной Сибири ежегодно происходит около 35 тыс. дефектов и аварий на нефте- и газопроводах [1]. При этом около 21% из них вызвано механическими воздействиями, связанными с потерей устойчивости и деформацией оснований и опор.

С 1990-го по 1999 г. количество зданий, получивших деформации из-за неравномерных просадок мёрзлых грунтов оснований, увеличилось на 42% в г. Норильске, на 61% в г. Якутске и на 90% в г. Амдерме (НАО). Все эти негативные события О. А. Анисимов связывает с меняющимся климатом и, гораздо в меньшей степени, с негативным влиянием антропогенных и техногенных факторов. В то же время О. А. Анисимов отмечает, что достоверность прогноза состояния ММП в основаниях геотехнических объектов зависит от точности закладываемых граничных условий. Судя по результатам подобных расчётов, проведённых по трёхмерным климатическим моделям, в ближайшие 25–30 лет среднегодовая температура

Таблица 1

Современные изменения температуры многолетнемерзлых пород (ММП) по данным измерений (IPCC, 2007)

Регион	Глубина, м	Период, гг.	ΔТ ММП, °С
США			
Арктическое побережье Аляски	1	1910–1980	2-4
Арктическое побережье Аляски	20	1983–2003	2-3
Континентальная Аляска	20	1983–2003	0,5-1,5
Россия			
Восточная Сибирь	1,6–3,2	1960–2002	1,3
Север Западной Сибири	10	1980–1990	0,3-0,7
Север ЕТР	6	1973–1992	1,6-2,8
Зона сплошных ММП ЕТР, прерывистые ММП	6	1970–1995	1,2-2,8

на арктическом побережье Сибири может возрасти на 3–5 °С; на Дальнем Востоке и на севере европейской территории России – на 2–4 °С. Это в ближайшие 25–30 лет приведёт к сокращению площади развития ММП на 10–18%, а часть их перейдёт в реликтовое состояние, либо полностью протает. Более того, к середине столетия территория ММП уменьшится на 15–30%, при этом её граница сместится к северо-востоку на 150–200 км.

Близкую точку зрения на динамику климата в последнее время и её последствия высказал бывший руководитель Росгидромета А. И. Бедрицкий [2]. Он считает, что в России, где при самых суровых в мире погодных условиях проживания 65% территории занимают ММП, при потеплении климата неизбежно ухудшится несущая способность грунтов в основаниях зданий различного назначения, дорог, трубопроводов и т. д. Так, при повышении среднегодовой температуры воздуха на 2 °С несущая способность свайных фундаментов сократится на 50%, а более 25% жилых домов, построенных в 1950–1970-е годы в таких городах, как Якутск, Воркута, Тикси грозит разрушение. Та же причина в отношении оснований бытовых трубопроводов приведет в городах к ухудшению качества теплоснабжения и канализации. Не можем согласиться с однозначной зависимостью несущей способности свайных фундаментов от повышения температуры воздуха. Связь эта гораздо сложнее и многофакторнее, но в этой статье специально не рассматривается.

Ещё один из ведущих специалистов, сторонник техногенных причин потепления климата и его главенствующей роли в нарушении устойчивости геотехнических объектов в криолитозоне В. Клименко [3] считает, что «...не смотря на то, что земной шар сейчас намного теплее, чем в 1930–1940-х гг., Арктика всё ещё намного холоднее, чем в 1930-х годах и ледо-

витость морей сейчас более значительная. Изменения, которые нас ожидают, на мой взгляд, далеки от катастрофы. Если понять, что происходит, понять то, что эти изменения неотвратимы, что бы человек ни делал: приняли Киотский протокол, не приняли, будем мы что-то ограничивать или нет. Климат меняется не только в результате антропогенного воздействия, но и в связи с космическими и геофизическими факторами: поведением Солнца, вулканов, океанической, атмосферной циркуляции, положением Юпитера, Сатурна и Луны по отношению к Земле». Кроме того, В. Клименко отмечает, что человечество никогда не существовало в климатических условиях, аналогичных ожидаемым в ближайшие десятилетия. И это притом что наукой установлено, что климатической системе присущи свои весьма устойчивые циклы – 100 тыс. лет, 41 тыс. лет, 23 тыс. лет, 2,5 тыс. лет, 200, 65, 22, 10–11, 7,5 года и т. д. Так, например, декабрь 2002 года был самым холодным после декабря 1940, 1941, 1942 и 1978 годов.

До начала XX века считалось, что климат со временем не меняется, но сейчас стала понятна ошибочность этой точки зрения. Со временем климат испытывает значительные колебания, и в XX веке земной шар, по сравнению с концом XIX века, в среднем стал теплее на 0,7–0,8 °С. Следует отметить, что потепление произошло в основном после 1970-го года, то есть всего за 35 лет, хотя и в 1930–1940-х годах XX столетия тоже было потепление, которое особенно проявилось в Арктике, чем обусловило в это время её бурное освоение. Профессор В. Клименко предполагает, что потепление будет продолжаться ещё не менее 200 лет и климат станет теплее, чем за предшествующие 250 тыс. лет. Он признаёт, что мнение о хозяйственной деятельности человека как единственной причине потепления хотя и имеет под собой очень серьёзные основания, но излиш-

не категорично и не учитывает мощные естественные факторы. Ожидаемые изменения, отмечает В. Клименко, хотя и неотвратимы, но к катастрофическим последствиям привести не должны. При этом следует учитывать, что степень потепления по поверхности земного шара распространяется крайне неравномерно и на фоне общего потепления есть области похолодания: Гренландия, Китай, Тибет, Гималаи, Англия, Восточное Средиземноморье. Значит, проблема не так уж однозначна.

Относительно проблемы надёжности трубопроводов В. Клименко категорично уверен, что в России они «...будут рваться со страшной силой». И это ужасно. Но есть же и другой пример: США значительную часть своей нефти добывают на Аляске, причём в её северной части существует трансалаяскинский трубопровод протяженностью более 1,5 тыс. км, на котором используются новейшие технологии, так называемые «плавающие фундаменты» не только для трубопроводов, но и для иных инженерных сооружений.

Судя по ориентировочным расчётам, стоимость удорожания трубопровода на Аляске за счёт современных технологий составляет 5 млн. тонн нефти, то есть 1/2000 нефтяных запасов было затрачено на то, чтобы обезопасить систему от разрушения в связи с деградацией ММП, которая на Аляске проходит очень активно и этот регион, наряду с российской Арктикой, является одним из эпицентров глобального потепления [3].

По мнению В. Клименко, обнадёживает и тот факт, что в соответствии с законами теплофизики все процессы, включающие фазовые переходы такого вещества, как вода, требуют огромного количества энергии, поэтому деградация мерзлоты всегда происходит постепенно. Только когда среднегодовая температура ММП поднимается выше -2°C нужно около 500 лет, чтобы мерзлая толща разрушилась полностью.

Ещё одним связанным с потеплением аспектом, особенно актуальным в последнее время, является угроза засухи. Некоторая часть Южной Сибири, Северный Кавказ, Украина действительно в ближайшие десятилетия будут подвержены засухам. В то же время, 90% территории России с потеплением станут влажнее, хотя Россия в течение всей истории страдала в основном от засух и именно они были «бичом сельского хозяйства и причиной страшного голода, как в 1891 или 1920 гг.».

В отличие от сторонников первого направления, представители второго, включающие

большую группу специалистов-мерзлотоведов (академика РАН В. П. Мельникова, члена-корр. РАН В. Т. Балобаева, д.т.н. Р. В. Чжана, д.г.-м.н. В. В. Шепелева и др.), придерживаются принципиально иной позиции.

Директор института криосферы Земли СО РАН (ИКЗ) в г. Тюмени В. П. Мельников отмечает [4], что сегодня факт потепления климата никем не оспаривается. Споры на этот счет идут по двум направлениям и в основном сводятся к оценке причин и их последствий. По мнению сотрудников ИКЗ, катастрофических последствий не будет, а их оппоненты считают, что они неизбежны.

В. П. Мельников не согласен с мнением международных экологических организаций, что человек может воздействовать на природу в такой мере, чтобы растопить мерзлоту либо предотвратить её таяние. По его словам, процесс деградации или аградации мерзлоты идёт периодически всю известную нам историю. «Ледники то наступали, то отступали. Вслед за этим шла аградация (расширение, увеличение площади занятой мерзлотой) или деградация – отход её к северу», – пояснил академик. Судя по созданным в ИКЗ ретроспективным картам, показывающим картину развития ММП 5 тыс. лет назад, масштабы аградации – деградации мерзлоты были огромны. В то же время, по мнению В. П. Мельникова, изменение климата, то есть повышение температуры в атмосфере, оказывается, не всегда ведёт к повышению температуры мерзлоты. Её природа сопротивляется любым изменениям, а потому ни один из катастрофических прогнозов, которых сейчас не счесть, вряд ли когда-нибудь оправдается.

Поэтому говорить о каких-либо серьёзных катастрофах нет оснований [4]. «То, что мы имеем сегодня в плане потепления, ещё не дошло до того климатического оптимума, который наблюдался несколько тысяч лет тому назад. То есть тогда было значительно теплее и никаких катастроф для природы не произошло. Даже если мы дойдем до цифр, наблюдавшихся в голоценовый минимум, то и в этом случае никаких катастроф не будет», – констатирует академик.

Таким образом, по мнению академика [5], у сложившейся ситуации есть две причины – человеческий фактор и действительно потепление климата. Уже в начальный период создания методов возведения зданий на вечной мерзлоте были даны и рекомендации, как поддерживать их устойчивое состояние. «Мерзлота – она с виду только прочная, но

если там высокая льдистость, значит, это лёд, на котором с помощью свай и держится фундамент зданий. Естественно, первое, что необходимо, это сохранять проветриваемое подполье. То есть дома строились так, что первый этаж начинался на уровне 1–1,5 м от поверхности земли, а эти полтора метра образовывали проветриваемое пространство, посредством которого зимним холодом излишнее тепло отводилось и тем самым сводилось к минимуму воздействие тепла здания на мёрзлые основания». Кроме того, отмечает В. П. Мельников, существуют современные наукоёмкие технологии, которые позволяют существенно уменьшить зависимость от климата, именно их следует активнее развивать.

Академик В. П. Мельников в качестве основной идеи отмечает [5], что он не разделяет всеобщей паники, связанной с глобальным потеплением. По его словам, достаточно вспомнить, как мировая общественность реагировала на озоновые дыры. «Сейчас всё утихло. Природа свои дела сама сделала. Неоднократно все мы были свидетелями того, что в результате таких мощнейших кампаний одни фирмы обогащались, другие разорялись. В частности, в результате борьбы с озоновыми дырами предлагалось заменить применение одних баллончиков с газом на другие. Для того, чтобы якобы, не разрушать озоновый слой», – пояснил Владимир Павлович. По его мнению, кому-то попросту нужна эта мощная реклама, и в качестве наглядного примера приводит деятельность бывшего вице-президента США Альберта Гора, получившего Нобелевскую премию за пропаганду глобального потепления. «Нельзя сказать, что он полностью не прав, но, на мой взгляд, за его правдой есть какая-то цель», – отмечает Мельников. Он по-

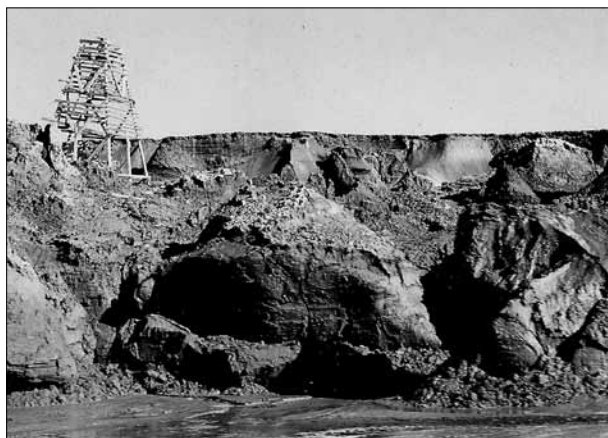


Рис. 2. Разрушение льдистых мёрзлых берегов и навигационных знаков на побережье моря Лаптевых. Фото М. Н. Григорьева

яснил, что климат всегда меняется циклично. В настоящее время закончился третий цикл с начала XX века: было потепление, сменившееся похолоданием, затем снова потепление, которое сейчас заканчивается.

В. П. Мельников отмечает, что по Западной Сибири регулярный мониторинг ведётся уже более 30 лет, а вообще наблюдения за мерзлотой начинались ещё до нефтегазовой эпохи. Установлено, что действительно в Арктике льда стало меньше. «Но я не могу сказать, что это напрямую связано с потеплением климата. Думаю, там накладываются ещё какие-то процессы, которые ещё не очень хорошо изучены, либо в самом океане в целом, либо в атмосфере».

Член-кор. РАН из ИМЗ В. Т. Балобаев и профессор В. В. Шепелев из ИМЗ подчеркивают [6], что представления ученых института по проблеме базируются на результатах многолетних совместных исследований с Геофизическим университетом США, включающих исследовательский проект по изучению климатических изменений температурных показателей в г. Якутске и г. Фэрбенксе. В основу исследований положен амплитудно-частотный метод, основывающийся на двухсотлетней истории метеорологических наблюдений в Якутии и современных показателях, позволивший выявить 3 цикла потеплений климата: 320, 170 и 75 лет. Нынешнее относительно резкое потепление – следствие их наложения друг на друга, а потому проявление их суммарного эффекта столь отчётливо. В соответствии с упомянутой цикличностью мерзлота формируется периодами, и последнее оледенение было 18 тыс. лет назад, а потепление всего лишь 8–4 тыс. лет назад. Судя по прогнозам, потепление закончится 2010–2015 гг., а затем наступит похолодание, которое продлится до 2060 года.

Специалисты из ИМЗ отмечают, что криолитозона обладает достаточной устойчивостью и на протяжении нескольких десятилетий катастрофические изменения её температуры не зафиксированы. В то же время отрицать таяние ее верхних горизонтов неразумно, но именно несколькими метрами пород процесс и ограничивается. Наиболее значительные последствия наблюдаются в береговой полосе тундры, где в результате таяния особо льдистых пород (рис. 1., см. цветную вставку) Якутия ежегодно теряет в море 11 кв. км тундры. Часто обрушение льдистых пород сопровождается развалом навигационных знаков (рис. 2).

Таблица 2

Среднемесячные и среднегодовые температуры воздуха по данным метеостанции Якутск

Годы	Средняя температура воздуха, °С												Год
	Месяцы												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1990	-42,4	-35,9	-12,0	-5,3	9,8	17,4	17,1	16,8	4,4	-4,3	-28,3	-34,9	-8,1
1991	-32,0	-35,8	-22,4	-4,3	6,9	14,2	20,9	16,8	5,0	-8,6	-26,9	-34,5	-8,4
1992	-39,5	-32,3	-20,9	-3,6	7,6	17,0	18,8	14,2	6,5	-5,3	-32,0	-35,4	-8,7
1993	-32,4	-32,1	-21,3	-9,4	6,6	15,9	19,7	14,8	6,0	-7,9	-28,4	-41,6	-9,2
1994	-45,0	-34,2	-19,9	-5,3	8,0	14,4	17,4	14,4	7,2	-4,7	-26,5	-40,4	-9,6
1995	-35,8	-27,4	-22,5	-6,2	6,6	18,4	18,4	15,3	5,8	-3,8	-26,3	-33,8	-7,6
1996	-38,4	-32,1	-21,9	-5,2	7,1	17,2	18,9	13,3	5,7	-6,2	-25,0	-39,3	-8,8
1997	-37,1	-32,1	-22,0	-2,6	9,1	15,2	20,0	17,3	4,9	-5,5	-24,9	-40,0	-8,1
1998	-39,3	-30,3	-21,1	-6,0	5,0	20,2	22,0	18,2	5,1	-9,7	-28,8	-39,7	-8,7
1999	-33,3	-34,0	-25,3	-5,8	7,5	16,7	20,0	13,2	6,4	-9,1	-28,7	-34,9	-8,9
2000	-36,9	-32,5	-20,6	-2,6	7,9	16,2	19,0	14,8	5,4	-10,7	-30,2	-39,3	-9,1
2001	-38,8	-37,5	-19,5	-7,2	8,1	16,1	23,0	14,9	3,5	-7,7	-23,0	-36,2	-8,7
2002	-36,5	-29,1	-18,3	-3,1	8,3	18,3	19,7	16,7	6,6	-8,1	-25,0	-40,4	-7,6
2003	-39,3	-33,6	-15,2	-3,9	5,0	14,4	21,5	16,6	7,5	-7,1	-28,2	-34,2	-8,0
2004	-38,8	-36,6	-20,0	-4,5	6,2	13,7	18,8	13,8	6,9	-11,1	-22,6	-43,8	-9,8
2005	-39,5	-35,2	-21,1	-0,5	8,6	17,5	18,8	13,9	9,4	-8,8	-20,2	-35,1	-7,7
2006	-42,9	-35,4	-22,9	-3,7	7,5	17,3	18,7	15,9	7,0	-8,3	-25,4	-35,4	-9,0
2007	-33,9	-36,1	-17,8	-1,7	8,9	16,1	16,1	16,7	6,7	-5,6	-25,6	-32,2	-7,4
2008	-37,8	-30	-13,3	-6,1	9,4	19,4	20	16,7	5,5	-3,7	-26,5	-40	-7,2

Автор поддерживает эту точку зрения на широко обсуждаемое потепление климата и его влияние на состояние ММП, являющихся основанием различных геотехнических объектов в криолитозоне. Остановимся лишь на основных составляющих проблемы. Собственно потепление складывается как производная тёплых и холодных периодов года и выражается в повышении среднегодовой температуры воздуха. Эта величина в районе г. Якутска за последние несколько десятилетий составляет около 1,5 °С. Однако, проанализировав многолетние тенденции динамики температур воздуха в теплый и холодный периоды (табл. 2, 3), можно обнаружить интересную закономерность. Температуры лета, а именно они оказывают серьёзное влияние на состояние ММП, в среднем многолетнем выражении за последние несколько десятилетий изменились, за редким исключением, незначительно. Вместе с тем за тот же период температуры воздуха в холодное время года отчетливо повысились. Нередкие в 60–70 гг. прошлого века периоды с температурой воздуха ниже -50 °С, продолжавшиеся до 1,5 месяца, и зафиксированные в Якутске 26 января 1968 г. -62,5 °С для последнего времени не характерны. Это и обусловило повышение среднегодовой температуры воздуха с одновременным незначительным влиянием на мёрзлые толщи горных пород,

ограничиваясь лишь их верхними горизонтами до глубины в несколько метров. К сожалению, отсутствие данных не позволяет пока количественно оценить эту тенденцию.

Гораздо большее влияние на состояние инженерных объектов оказывает резко возросшее за последние несколько лет увлаж-

Таблица 3

Приращения температуры воздуха в Якутске, °С

Месяцы, годы	1883–1965	1966–2008	1883–2008
Январь	2,6	5,0	6,1
Февраль	-1,2	5,6	1,6
Март	-1,4	3,8	1,5
Апрель	0,6	2,2	3,5
Май	0,9	1,0	2,6
Июнь	0,4	1,8	1,2
Июль	0,3	1,1	0,8
Август	1,4	1,2	1,0
Сентябрь	0,0	1,1	0,5
Октябрь	0,2	1,5	0,3
Ноябрь	-0,6	6,1	0,2
Декабрь	-0,2	3,0	0,2
Зима	-0,1	3,8	2,2
Лето	0,6	1,2	1,0
Год	0,2	2,8	1,7

Примечание. Жирным шрифтом выделены величины, имеющие статистически значимые тренды.

нение сезонно-талого слоя грунтов, обусловленное увеличением осадков [7, 8] (рис. 3), а еще в большей степени – многочисленными и продолжительными течами из неисправных систем водо- и теплоснабжения, а также канализации. Это вызвало ряд негативных явлений, главным образом пучение, осложнивших условия эксплуатации многих инженерных объектов. Особенно наглядно это проявляется в положении утративших устойчивое состояние опор электрических (рис. 4, 5, см. цветную вкладку) и телефонных сетей. Представленные в табл. 3 и на рис. 3 данные по осадкам за различные периоды свидетельствуют о том, что за последние десятилетия наблюдались значительные межгодовые колебания годовых сумм осадков, но в целом в Якутске они не увеличивались. Отсутствие тренда осадков позволяет говорить о явном, никак не связанном с глобальным потеплением человеческом факторе в повышении обводнённости города, существенно

ухудшающем состоянии инженерных объектов.

Ещё одну точку зрения на проблему высказали учёные В. Б. Спектор и Б. М. Кершенгольд [9], по мнению которых «климатическую машину можно рассматривать как саморегулируемую систему, а климатические автоколебания – как суммарный результат действия многих различных факторов...»

Повышение среднегодовой температуры воздуха за последние 43 года не должно в настоящее время сильно настораживать [10]. Последние же двадцать лет она практически не росла, а в период 1988–2004 гг. даже немного понижалась. То есть увеличение температуры не является поступательным, её среднегодовые значения вследствие межгодовой изменчивости варьируют в диапазоне от -7 до -10 °С.

Как известно [8], в формировании температуры верхних горизонтов многолетнемерзлых грунтов значительная роль принадлежит гидрометеорологическим факторам: сумме

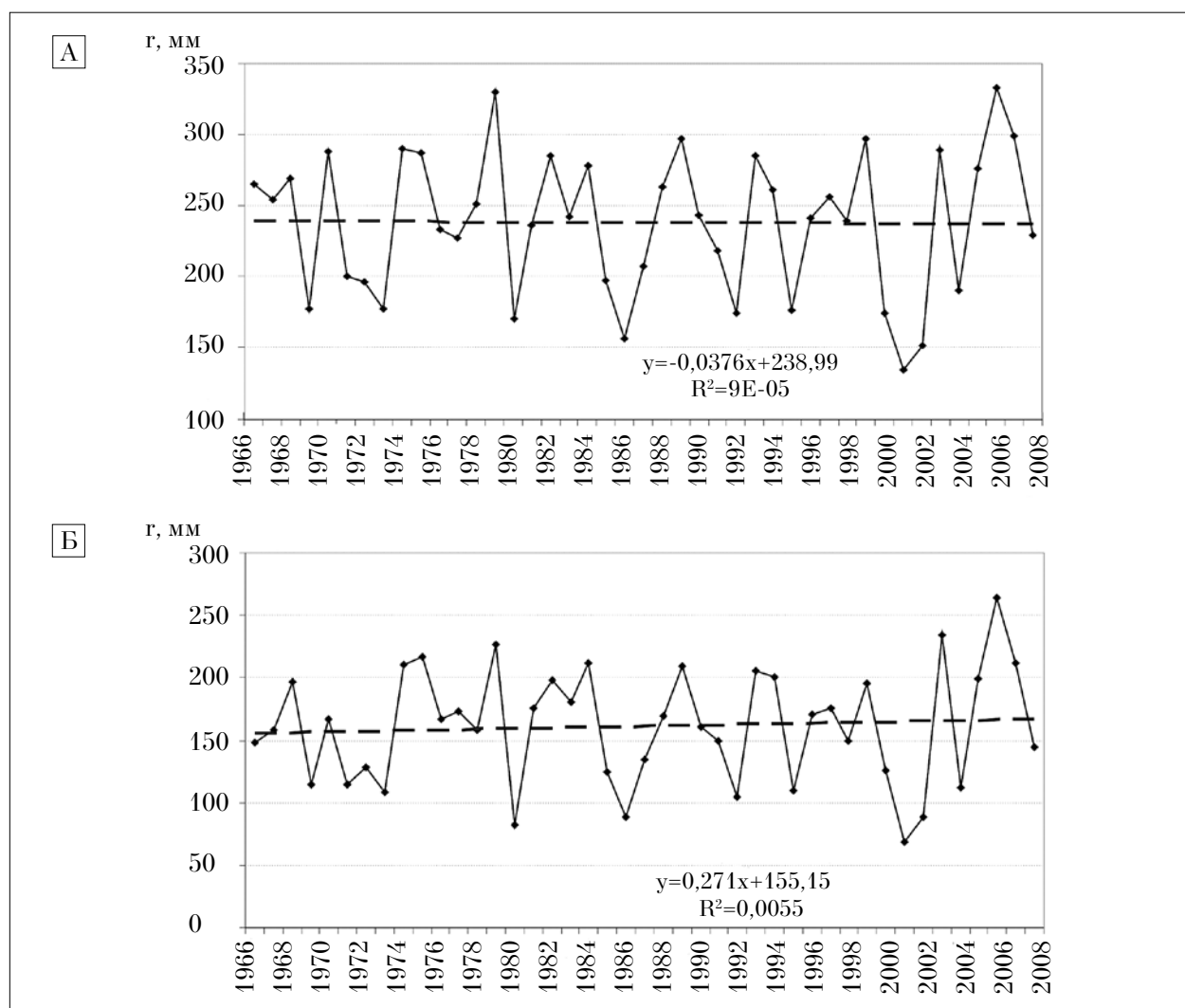


Рис. 3. Изменчивость сумм осадков за год (А) и теплый (Б) период в г. Якутске

отрицательных температур воздуха за сезон, а также высоте снега и характеру его накопления. Пока их сочетание в Якутске ещё достаточно, чтобы не бояться возможного отчётливого изменения свойств мерзлоты. К тому же нельзя автоматически переносить изменчивость температуры воздуха на грунты. Взаимосвязь между ними достаточно сложна и не ограничивается только температурными факторами. Внутригрунтовые условия (литология, влажность), напочвенный и снежный покровы оказывают существенное влияние на термическое состояние верхних горизонтов криолитозоны. Многолетние мониторинговые исследования в различных ландшафтных условиях Центральной Якутии фиксируют пока ещё слабую реакцию многолетнемерзлых пород на современное потепление климата как в плане увеличения глубины сезонного протаивания, так и в плане повышения температуры многолетнемерзлых грунтов [7].

Оценка внутригодовой изменчивости температуры воздуха, выполненная с помощью регрессионного анализа, дополняет и расширяет наши представления о вкладах отдельных месяцев (табл. 1, 2). Очевидно, что до середины 60-х годов прошлого столетия потепление в Якутске не только не проявлялось, но даже в отдельные зимние месяцы шло похолодание. После 1966 г. наиболее холодные зимние месяцы (ноябрь–март) потептели на 3–6 °С, а среднезимняя температура, при средней за 1961–1990 гг. -25,9 °С, повысилась почти на 4 °С. Среднегодовая температура воздуха увеличилась почти на 3 °С.

Итак, наблюдаемые в настоящее время в большинстве северных регионов изменения основных климатических параметров не выходят за пределы естественной изменчивости и не могут быть причиной возросшей аварийности геотехнических объектов. Совершенно очевидно, что виновником этих бедствий является человеческий фактор, а не эта коварная, тающая от избытка парниковых газов мерзлота. Но и в этих сложных природных и геотехнических условиях возможно поддержание геотехнических объектов в устойчивом состоянии. Для этого необходимо владеть достоверной, достаточно полной и оперативной информацией о состоянии городской и промышленной инфраструктуры, а также о причинах и масштабах её негативной трансформации. Это позволит при необходимости своевременно осуществлять компенсационные мероприятия, пока же, к сожалению, для большинства руководителей характерно игнори-

рование нормативных требований в отношении капитальных ремонтов зданий, а проведение текущих они считают пустой тратой средств. А ведь мнение большинства специалистов однозначно – текущий ремонт является условием сохранения технологических свойств строения, предотвращения его досрочного износа и соблюдения нормативного срока эксплуатации.

Заключение

Приведённые данные свидетельствуют об отсутствии единой точки зрения на причины потепления климата и его последствий для геотехнических объектов криолитозоны. Ряд специалистов (О. А. Анисимов, А. И. Бедрицкий, В. Клименко и другие) начиная с середины девяностых годов прошлого века отводят главную роль в этом процессе техногенной составляющей, а точнее – парниковым газам, выделяющимся в атмосферу в результате деятельности человека. При этом они игнорируют или недооценивают тот известный факт, что огромные объёмы парниковых газов выделяются именно по причине таяния ММП, т. е. не могут служить его причиной, а скорее являются его последствием.

Сопоставляя все освещённые выше точки зрения, легко заметить, что, диаметрально расходясь в причинах потепления, большинство учёных близки в оценке его последствий. Основываясь на фундаментальных законах климатологии, физики, геологии и других естественных наук, они отмечают, что все процессы, включающие фазовые переходы воды, требуют огромного количества энергии, а деградация мерзлоты всегда происходит постепенно, медленно и даже когда среднегодовая температура ММП поднимается выше -2 °С, то нужно около 500 лет, чтобы мерзлая толща значительной мощности разрушилась полностью. Этого времени более чем достаточно, чтобы принять необходимые меры и провести компенсационные мероприятия.

Исключение составляет О. А. Анисимов [1], считающий, что в случае продолжения потепления за несколько будущих десятилетий температура воздуха может возрасти ещё на 3 °С, и это будет сопровождаться повышением температуры ММП и неизбежно приведёт к быстрой утрате устойчивости многих геотехнических объектов. Он отмечает, что в случае сохранения современных тенденций изменения климата, а именно об этом свидетельствуют, по его мнению, теоретические прогнозы

климата, деградация ММП и обусловленные ею негативные геоэкологические последствия станут необратимы и будут сопровождаться массовыми деформациями геотехнических объектов, выстроенных без учёта тенденций динамики климата.

Мнение это, как было показано для территории криолитозоны, не совсем верно, а важным должно стать общее признание факта, что кризисное состояние многих геотехнических объектов в области ММП связано не с изменением климата, как это совершенно ошибочно преподносится в последнее время, а с деградацией мёрзлых грунтов оснований, а также деструкцией несущих конструкций, вызванной неудовлетворительными проектированием, строительством и особенно эксплуатацией [10].

Литература

1. Анисимов О.А., Лавров С.Н. Глобальное потепление и таяние вечной мерзлоты: оценка рисков для производственных объектов ТЭК РФ. Электронный ресурс <http://articles.excelion.ru/science/geografy/55448055.html>
2. Бедрицкий А.И. Что-то стало пригревать // Итоги. 22 января 2007 г. № 4.
3. Клименко В. Глобальные изменения климата: Что ждет Россию. Электронный ресурс <http://www.polit.ru/analytics/2005/01/12/klim.html>
4. Мельников В.П. Прогресс на вечной мерзлоте. Электронный ресурс <http://www.expert.ru/printissues/ural/2005/17/17ur-unit/>.
5. Мельников В.П. Успокойтесь, не будет никаких катастроф. Электронный ресурс http://www.stoletie.ru/russkiy_proekt/akademik_vladimir_melnikov_uspokotes_ne_budet_nikakih_katastrof.htm
6. Балобаев В.Т., Шепелев В.В. Космопланетарные климатические циклы и их роль в развитии биосферы Земли // ДАН. 2001. Т. 379. № 2. С. 3–8.
7. Скачков Ю.Б., Скрыбин П.Н., Варламов С.П. Влияние современных изменений климата на многолетне-мёрзлые породы Центральной Якутии // Третья конференция геокриологов России: Матер. конф. М.: Изд-во МГУ, 2005. Т. 2. С. 146–152.
8. Скачков Ю.Б. Аномальные зимы и их роль в формировании термического режима грунтов // Третья конференция геокриологов России: Матер. конф. М.: Изд-во МГУ, 2005. Т. 3. С. 239–244.
9. Спектор В.Б., Кершенгольдц Б.М. Карбонатная геохимическая модель планетарного климата // Доклады Академии наук. 2007. Т. 416. № 3. С. 392–394.
10. Шац М.М., Скачков Ю.Б. Изменение климата Якутска и его влияние на городскую инфраструктуру // Чистый город. М. 2010. №2 (50). С. 16–22.
11. Шац М.М., Шепелев В.В., Алексеева О.И., Балобаев В.Т., Григорьев М.Н., Чжан Р.В., Макаров В.Н. Об инженерных и эколого-геокриологических проблемах градостроительства на Севере (на примере г. Якутска) // СЕВЕР: Арктический вектор социально-экологических исследований. Сыктывкар. 2008. С. 97–109.