

Разработка мероприятий по эксплуатации и обследованию зданий, расположенных в зоне распространения вечномёрзлых грунтов

А.А. Бобкин, Н. А. Подымкина

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Постоянные изменения климата, стремительные темпы освоения северных и восточных территорий нашей страны районов распространения вечной мерзлоты выдвигают перед наукой целый ряд актуальных, как теоретических, так и прикладных проблем. Деградация почв в районах вечной мерзлоты влечёт за собой деформирование зданий, аварийное состояние тепловых и электростанций, погружение участков дорог после 2-3 лет эксплуатации в грунты основания, выход из строя опор сетей электроснабжения, линий связи и водопроводов.

Ключевые слова: вечная мерзлота, изменение климата, деградация почв, мониторинг технического состояний зданий, эксплуатация сооружений.

В районах распространения вечномёрзлых грунтов находится большая часть площади нашей страны, по различным сведениям, от 55 до 65% земли. На этой территории залегают больше 30% разведанных запасов нефти, а также около 60% запасов природного газа, каменного угля, торфа, месторождения цветных металлов, золота и алмазов. Данные территории стратегически важны для России, их не только необходимо сохранить для активной хозяйственной деятельности людей, но и развивать, создавая комфортные условия проживания в них [1].

В результате масштабной хозяйственной деятельности и промышленного освоения районов распространения вечномёрзлых грунтов произошли и продолжают происходить необратимые изменения во всей природной системе. И это, в частности, проявляется самым тревожным и опасным явлением – деградацией вечной мерзлоты [2]. Два ключевых компонента, влияющих на ее развитие: глобальные климатические изменения и длительное техногенное воздействие (рис.1). Они не могут не влиять отрицательно на состояние всей экосистемы. В свою очередь, инженерное освоение криолитозоны влечет за собой изменение системы ландшафта,

нарушение естественного режима стока поверхностных вод, уничтожение растительного покрова, что неминуемо приводит к подтоплению территорий, заболачиванию, образованию оврагов и др. [3].

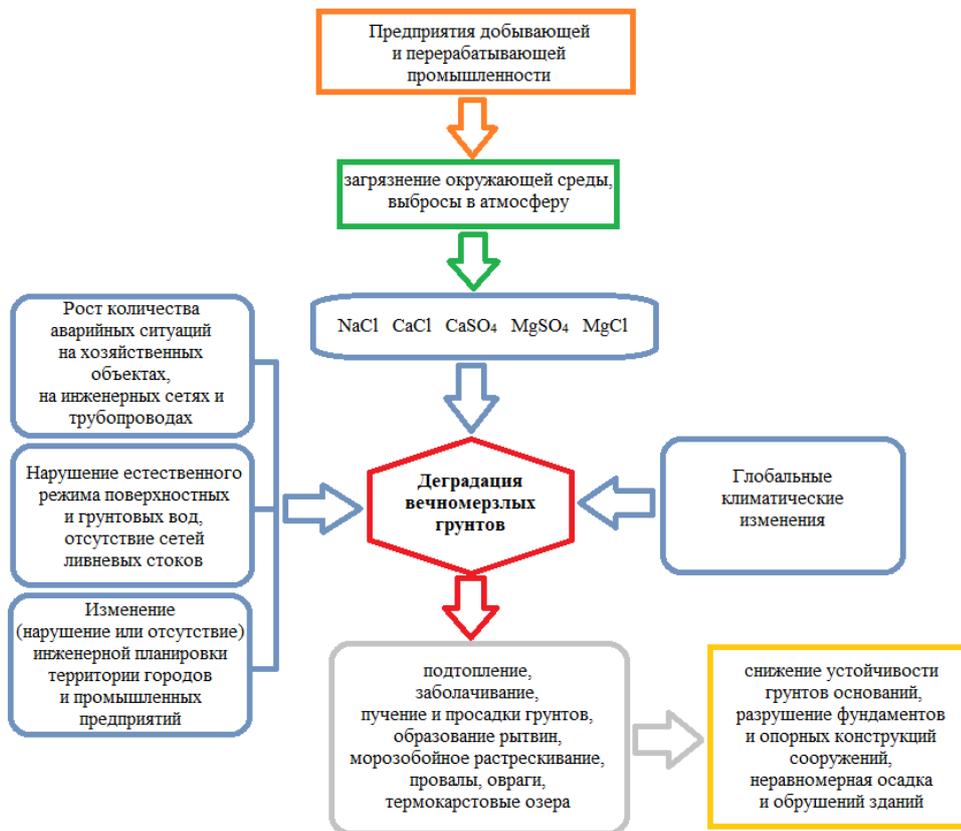


Рис. 1. – Причины деградации вечной мерзлоты

То, что вечная мерзлота деградирует, уже ни у кого не вызывает сомнения. Важно знать, с какой скоростью происходит это бедствие, чтобы прогнозировать самый худший сценарий его развития [4]. Со временем этот процесс может активизироваться. Животные и растения, которые миллионы лет хранились под мерзлотой, начнут гнить, вследствие разложения в атмосферу начнет выделяться метан и углекислота, что станет причиной масштабных пожаров. Таким образом, таяние вечной мерзлоты в свою очередь ускорит процесс глобального изменения климата [5].

Система мониторинга процессов изменения почвы, существовавшая в советское время, была разрушена в 90-е года прошедшего столетия. Во всех

муниципалитетах существовали мерзлотные комиссии, которые вели постоянный мониторинг состояния грунтов оснований и фундаментов [6]. Из-за не должной оценки проявления деградации вечной мерзлоты, по разным сведениям, в Вилуйске, Диксоне, Игарке, Норильске число деформированных зданий и сооружений доходит до 60% от общего числа. В Таймырском муниципальном районе Красноярского края число деформированных зданий достигает 100%, также почти 40% в Воркуте и т.д. В Западной Сибири на нефтяных месторождениях каждый год происходит около 7400 аварий из-за деградации и протаивания вечномерзлых грунтов, а также 1900 аварий в Ханты-Мансийском АО. И такие данные нельзя игнорировать. По некоторым прогнозам, к 2050 году 1/3 Арктика превратится в высокорискованную территорию, 70% инфраструктуры и 1200 поселений находятся в зоне, где вечная мерзлота может растаять. Под угрозой окажутся тысячи километров железных дорог, 1590 километров трубопровода Восточная Сибирь - Тихий океан, 1260 километров крупных газовых трубопроводов и 550 километров Трансаляскинского нефтепровода.

Конечно же, при проектировании зданий и сооружений в 60 – 80-х годах прошедшего века закладывались те характеристики и условия, которые были доступны и допустимы в конкретный период, без учета климатических изменений и уж точно без учета возможной деградации грунтов оснований. Строительство производилось по принципу сохранения оснований в мерзлом состоянии [7]. Возведенные многоэтажные дома на сваях надежно стояли в мерзлых грунтах. Но климатические и природные условия изменились и продолжают стремительно меняться. Сегодня нам приходится эксплуатировать здания и сооружения в совершенно других условиях, иногда не прогнозируемых и не управляемых: постоянное изменение климата, температуры, увеличение количества осадков, в том числе снега, изменчивость продолжительности теплого периода года, изменение физико-

механических свойств грунтов. Свайные фундаменты становятся не так устойчивы, а здания просаживаются и разрушаются. И совсем не обязательно, чтобы мерзлотные грунты начали таять. Увеличения их температуры достаточно [8].

Деградация вечной мерзлоты, по различным мнениям [9], вызвана:

- нарушением правил ведения хозяйственной деятельности на урбанизированных территориях,
- длительным техногенным влиянием на грунты оснований зданий и сооружений,
- нарушениями норм технической эксплуатации зданий и сооружений.

Для зданий, расположенных в районах распространения вечномерзлых грунтов, предусмотрены нормы технической эксплуатации зданий, соблюдение которых существенно сократит необратимые криогенные процессы:

- сохранение температурного режима грунтов по проекту, в зависимости от принципа применения грунтов в качестве основания;
 - регулярный мониторинг за температурой и расположением верхней поверхности вечномерзлых грунтов (два раза в год при сохранении грунта в мерзлом состоянии (в начале и конце теплого периода года), два раза в квартал при не сохранении грунта в мерзлом состоянии);
 - повышение теплоизоляции в проветриваемом подполье в период теплого периода года (при наличии побудительной вентиляции – увеличение циркуляции воздуха);
 - запрет размещения складских помещений, хранилищ топлива и других материалов в проветриваемых подпольях;
 - гарантия сохранности в подпольях теплоизоляции и герметизации перекрытий;
-



- препятствование затеканию поверхностных вод с тротуаров и придомовой территории под здания;
 - регулярное наблюдение за охлаждающими устройствами и наружными отверстиями проветриваемых подполий, вентиляционных каналов, вентиляционных решеток;
 - обязательное проведение общих (при необходимости внеочередных) сезонных осмотров технического состояния зданий;
 - принятие необходимых предупредительных и восстановительных мер, обеспечивающих прекращение деформаций и осадку домов;
 - постоянный контроль и наблюдение за наружными коммуникационными линиями и изоляцией трубопроводов;
 - наблюдения за слоем грунта, заранее оттаянного, и характером оттаивания для сооружений, построенных с предварительным оттаиванием оснований;
 - обеспечение не замерзания водопровода и канализации конструктивными мероприятиями (теплоизоляция, установка греющего кабеля и др.);
 - недопущение промерзания специально созданного под зданием талика;
 - отведение от дома вод, сбрасываемых из водоразборных колонок;
 - предотвращение утечек жидкостей в грунт из водопровода, канализации и теплофикационных сетей;
 - недопущение скопления либо застоя воды около зданий и на территории застройки;
 - обеспечение температуры воды не ниже 5°C в водопроводных линиях и канализационных линиях при выходе из трубопровода;
 - обеспечение контроля за состоянием закрытых дренажей не менее одного раза в месяц;
-

– спуск воды из системы центрального отопления (если нет канализации) в незастроенные пониженные места, находящиеся на расстоянии не менее 40 м от здания;

– сбор поверхностной воды с помощью кюветов и отведение её на протяжении всего теплого периода года;

– обеспечение уборки на придомовой территории от снежных заносов и покровов, а также очистка от снега и наледи подполий зданий;

– ведение журналом промежуточных осмотров, составление актов общих осмотров;

– наблюдение за состоянием грунтов под зданием и глубиной расположения верхней поверхности вечномерзлых грунтов;

– определение величины осадки зданий.

В настоящее время ученое сообщество возобновляет изучение вечной мерзлоты, снова поднимает вопросы о ее динамике и перспективном плане ее сохранения [10], для чего разрабатываются программы улучшения эколого-геокриологической обстановки на застроенных территориях. Есть целые города и поселки, в которых устойчивость зданий и, соответственно, безопасное пребывание в этих постройках людей всерьез зависит от изменений свойств данных грунтов. Для их контроля необходимо:

- создание сети скважин, через которые регулярно определяется геотермический режим и надежность грунтовых оснований;

- создание системы инструментального мониторинга (в т.ч. дистанционный) состояния фундаментов и зданий в каждом конкретном населенном пункте (систематически обновляемая база по температуре грунтов, воздуха, геофизическим и геодезическим данным);

- разработка мер по инженерной защите территорий: регулирование с элементами отвода и активного дренирования ливневых и надмерзлотных стоков, техническое укрепление грунтов;

- наблюдение деформаций оснований и фундаментов; проведение оценки технического состояния зданий или отдельных конструктивных элементов.

Специальные геодезические работы позволяют своевременно произвести обследование, оценить техническое состояние зданий, принять срочные меры по восстановлению их эксплуатационных характеристик и дать прогноз развития деформаций. Техническое состояние здания или его конструктивных элементов – это такое состояние, которое показывает, к какой категории безопасности относится обследуемый объект.

Категорию технического состояния устанавливают в том случае, если:

- были обнаружены крупные повреждения и дефекты строительных конструкций в период строительства или эксплуатации;
- объект подлежит реконструкции;
- необходимо измерить степень ущерба при расчете суммы страховых выплат;
- на недвижимость были получены права собственности или она представлена в качестве залога;
- необходимо определить полноту дальнейшего функционирования строений после воздействия на них внешних факторов;
- требуется установить текущее состояние незавершенного объекта и целесообразность восстановления строительных работ;
- нужно определить степень износа построек, находящихся рядом с участком планируемой застройки или реконструкции соседних объектов.

При осуществлении мероприятий по обследованию зданий для оценки их технического состояния объектами, подлежащими рассмотрению, могут являться: грунты основания, фундаменты; колонны, стены, столбы; ростверки, фундаментные балки и другие конструктивные элементы зданий.

Нормативными документами установлены пять категорий технического состояния зданий и конструкций:

- исправное состояние: показывает, что у здания не снижены эксплуатационные показатели и не ухудшены несущие способности объекта (0 – 5%); степень повреждения – незначительная.

- работоспособное состояние: категория, при которой некоторые параметры не соответствуют требованиям стандартов, однако при этих параметрах допускается использовать здания по назначению, не понижая уровня их безопасной эксплуатации; снижение эксплуатационной пригодности – до 15%; степень повреждения – слабая.

- ограниченно-работоспособное состояние: у зданий и конструкций обнаружены деформации и повреждения, в результате которых нарушены показатели безопасной эксплуатации; риск внезапного разрушения зданий отсутствует; снижение эксплуатационной пригодности – до 25%; функционирование объекта возможно при условии контроля его эксплуатации; степень повреждения – средняя.

- недопустимое предаварийное состояние здания: состояние, опасное для пребывания людей в здании и сохранности оборудования; характеризуется снижением несущей конструкции и эксплуатационных характеристик (до 50%); сильная степень повреждений; требуются усиление конструкций здания, а также систематические мероприятия по обследованию и предупредительному ремонту.

- аварийное состояние здания: данное состояние говорит о необходимости проведения срочных противоаварийных мероприятий; исчерпана несущая способность (свыше 50%) и существует опасность обрушения.

Обследование технического состояния строений и сооружений проводят в соответствии с предварительно разработанными программами:

рекогносцировка (визуальное обследование) района работ, освидетельствование (инструментальное определение геометрии зданий (сооружений) и степени износа и дефектов конструкций), испытание (определение напряженно-деформированного состояния), инженерное моделирование, прогнозирование, определение уровня безопасности, восстановление, усиление и реконструкция. Задачей таких программ является обследование для восстановления эксплуатационной надёжности, продление срока эксплуатации зданий, не допуская массового расселения населения.

В программу обследования зданий и сооружений на вечномёрзлых грунтах должны быть обязательно включены инженерные изыскания, результатом которых станет топографическая съёмка района и возможность проектирования мелиоративных мероприятий, сбор и отведение талой воды комплексно от всех зданий.

На каждом этапе ставятся инженерные задачи, от решения которых зависит срок увеличения остаточного ресурса эксплуатируемых зданий, расположенных в районах вечной мерзлоты.

Литература

1. Шац М. М. Эколого-геокриологическая специфика при недропользовании на Севере Сибири // Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова. URL: elibrary.ru/item.asp?id=42620469.
2. Киселева М. Деградация вечной мерзлоты: чем она грозит северным городам и предприятиям // BBC news, 2020. URL: bbc.com/russian/features-53077398.
3. Роже Симон. Вечная мерзлота — еще одна климатическая угроза // Le Monde, Франция, 2017. URL: lemonde.fr/sciences/article/2017/10/09/le-permafrost-l-autre-menace-climatique_5198486_1650684.
4. Молчанов В. П. Акимов В. А., Соколов Ю. И. Риски чрезвычайных ситуаций в арктической зоне Российской Федерации // Всероссийский

научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (Москва), 2011. URL: elibrary.ru/item.asp?id=17085718.

5. Майорович, Дж. А., Скиннер В. Р. Аномальный прогрев почвы по сравнению с потеплением приземного воздуха в провинциях канадских прерий // Изменение климата, 1997, № 4. URL: researchgate.net/scientific-contributions/Walter-Skinner-19519820.

6. Игошина, Е. Д. Факторы влияния на разрушение фундаментов в условиях вечной мерзлоты // Молодой ученый, 2020, №21(311). URL: moluch.ru/archive/311/70352/.

7. Брушков А.В. Как строить на «вечной мерзлоте». // GO ARCTIC, 2020. URL: goarctic.ru/regions/kak-stroit-na-vechnoy-merzlotte/.

8. Охлопкова Т.В., Гурьянов Г.Р., Плотников А.А. Строительство и проектирование зданий и сооружений в условиях вечной мерзлоты // Инженерный вестник Дона, 2018, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5258.

9. Чжан, Т., Дж.А. Хегинботтом, Р. Г. Барри, Дж. Браун. Статистический прогноз распределения вечной мерзлоты и грунтового льда в Северном полушарии. // Полярная география, 2020, № 2. URL: researchgate.net/publication/249054986.

10. Стасева Е.В., Федина Е.В. Системный подход к мониторингу технического состояния зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона, 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2172.

References

1. Shac M. M. E'kologo-geokriologicheskaya specifika pri nedropol'zovanii na Severe Sibiri [Ecological and geocryological specifics of subsurface use in the North of Siberia]. Institut merzlotovedeniya im. P.I. Mel'nikova. URL: elibrary.ru/item.asp?id=42620469.

2. Kiseleva M. Degradaciya vечноj merzloty: chem ona grozit severnym gorodam i predpriyatijam [Permafrost degradation: how it threatens northern cities and businesses]. BBC news, 2020. URL: bbc.com/russian/features-53077398.

3. Rozhe Simon Vechnaya merzlota — eshhe odna klimaticheskaya ugroza [Permafrost – another climate threat]. Le Monde, Franciya, 2017. URL: lemonde.fr/sciences/article/2017/10/09/5198486_1650684.

4. Molchanov V. P. Akimov V. A., Sokolov Yu. I. Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut po problemam grazhdanskoj oborony i chrezvychajnyx situacij MChS Rossii (Moskva), 2011. URL: elibrary.ru/item.asp?id=17085718.

5. Mayorovich, Dzh. A., V. R. Skinner, 1997. Izmenenie klimata, 1997, № 4. URL: researchgate.net/scientific-contributions/Walter-Skinner-19519820.

6. Igoshina, E. D. Molodoj uchenyj, 2020, №21(311). URL: moluch.ru/archive/311/70352/.

7. Brushkov A.V. Kak stroit' na «večnoj merzlote». [How to build on «permafrost»]. GO ARCTIC, 2020. URL: goarctic.ru/regions/kak-stroit-na-vechnoy-merzlote/.

8. Oxlopkova T.V., Gur'yanov G.R., Plotnikov A.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5258.

9. Zhang T., J.A. Heginbottom, R.G. Barry, J. Brown. Polyarnaya geografiya, № 2. URL: researchgate.net/publication/24905498.

10. Staseva E.V., Fedina E.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2172.