

методы и инновации: материалы III междунар. науч. конф. СПб.: ЛГУ им. А.С. Пушкина, 2007. – С. 11–17.

[4] Вампилова, Л. Б. Методология региональных природоведческих историко-географических исследований / Л. Б. Вампилова // Вопросы географии / Моск. филиал ГО СССР / Русское геогр. об-во. – М. Издается с 1946 г. Сб. 136: Историческая география / Отв. ред. В. М. Котляков, В. Н. Стрелецкий. – М.: Издательский дом «Кодекс», 2013. – С. 67-85.

[5] Жекулин, В. С. Историческая география: предмет и методы / В. С. Жекулин. – Л.: Наука, 1982. – 224 с.

[6] Середонин, С. М. Историческая география / С. М. Середонин. – Петроград, 1916. – 241 с.

[7] Яцунский, В. К. Историческая география. История ее возникновения и развития в XIV-XVIII веках. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 328 с.

УДК 551.345.2

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭВОЛЮЦИОННЫХ ЭКОЛОГО-  
ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОЦЕНОК НА ПРИМЕРЕ ЛИНЕЙНОГО  
ОБЪЕКТА (ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОЛОТНА)

А. С. Войтенко, Д. О. Сергеев

*Институт Геоэкологии им. Е. М. Сергеева РАН (ИГЭ РАН),*

[Voytenko-alina@mail.ru](mailto:Voytenko-alina@mail.ru)

TECHNOLOGY OF PROVIDENCE EVOLUTIONARY EKOLOGO-  
EKONOMICHEKIN OF ESTIMATES ON THE EXAMPLE OF  
LINEAR OBJECT (RAILROAD TRACKS)

S. Voytenko, D. O. Sergeev

*Sergeev institute of environmental geoscience RAS (IGE RAS)*

*laboratory of geocryology*

Нарушение условий теплообмена в искусственных и природных грунтах часто считается основной причинной нарушения устойчивости техногенных сооружений. Основы геокриологического прогноза заключаются в расчётах температурных полей, возможности которых развивается не одно столетие. Однако непосредственной причиной геотехнических проблем Севера являются геокриологические процессы, особенности, протекания которых тесно связаны с ландшафт-

ными, в т.ч. микроклиматическими, геоботаническими и гидрологическими условиями. Активность процессов в своей основе тесно связана с нарушением условий теплообмена поверхности с атмосферой. Это происходит при нарушении растительного покрова, изменении мощности и плотности снежного покрова, обводнении и/или осушении поверхности. Однако при анализе развития процессов очень важно учитывать генезис и направленность их развития, которая отражается в неоднородностях температурного поля, а также криогенного и посткриогенного строения грунтов.

Обычно основой инженерно-геокриологического мониторинга являются наблюдения за данными термометрии в скважинах. У ряда исследователей прослеживается мысль, что необходимо прямое наблюдение за развитием геокриологических процессов, оказывающих неблагоприятное воздействие на элементы инфраструктуры (Yang et al., 2015). Последствия техногенных нарушений железнодорожного полотна накапливаются от стадии изысканий, через строительство и эксплуатацию, становясь источниками активизации геокриологических процессов. Именно с возникновением геокриологических процессов связаны проблемы объектов, которые существуют на протяжении нескольких десятков лет. Северная железная дорога существует с 1946 года. Казалось бы, природно-техническая система давно должна была прийти в состояние равновесия, однако на отдельных участках эксплуатации железнодорожники вынуждены практически ежегодно вести ремонт насыпи.

Согласно данным из отчета по инженерно-геологическому обследованию деформирующейся насыпи 2227-2228 км перегона Коноша-Воркута (1972 г.) следует, что просадками подвержены обе нитки пути, а также просадки происходят с начала эксплуатации дороги. Суммарная величина просадок составляет 140-190 мм в год и только в отдельные годы увеличивается 230-250 мм (1953, 1959, 1966, 1968 г.). Просадки пути начинают происходить конце лета - в августе, но, главным образом путь садится осенью – в сентябре - октябре месяцах. Замечено, что в годы с жарким дождливым летом, просадки осенью больше, в годы с прохладным летом - меньше. Исправление просадок производится один, два раза в год. Ежегодно на подъемку пути на участки расходуется 70-90 м<sup>3</sup> балласта.

В сентябре 2015 года, была проведена Воркутинская инженерно-геокриологическая учебная практика геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. В ходе практики, в том числе, были исследованы два опорных района: станция Хановей и станция Песец Северной железной дороги. Участки детальных исследований располагались в пределах характерных природных и природно-техногенных ландшафтов обширной предгорной равнины, примыкающей к отрогам Полярного Урала.

Цель практики включала как учебные, так и научные составляющие, сводящиеся к формированию целостного представления о состоянии и тенденциях развития природно-техногенной системы железнодорожной трассы с учётом истории развития геокриологических процессов.

Для достижения цели были поставлены следующие цели:

1. Проведение мерзлотной съёмки для определения пространственных закономерностей формирования геокриологических условий.

2. Типизация и районирования геокриологических явлений, связанных с неблагоприятными для железной дороги инженерно-геологическими процессами.

3. Уяснение роли климатических изменений в наблюдаемой динамике геокриологических процессов.

4. Уяснение роли техногенных нагрузок в наблюдаемой динамике геокриологических процессов.

Задачи образовательного процесса были тесно увязаны с исследовательскими и предполагали обучение планированию комплексных multidисциплинарных работ в сжатые сроки и применением современных серийных и экспериментальных инновационных средств инструментальных наблюдений.

Методы исследований подразделялись на следующие основные группы.

Инженерно-геологические и геокриологические методы

Методы мерзлотной съёмки

Геофизические методы

Гидрологические и гидрогеологические методы

Моделирование температурного режима

## Инженерно-геологический мониторинг

### Эколого-экономические методы оценки ущерба

Для выявления тенденций изменения геокриологических условий были выбраны следующие ключевые участки: «пойма» и «бугристый» тип местности; в последнем выделены два типа ландшафта: соответственно, «бугры» и «межбугровые понижения».

Бугристый тип местности занимает большую часть исследуемой территории, поэтому для характеристики изменения тенденций развития многолетнемерзлых пород (далее ММП) он является определяющим. На буграх произрастает обширное количество растительности в том числе: клюква, морошка, ягель, лишайники, багун, гоноболь, березовый ерник (невысокий, до 30 см в высоту); для межбугровых понижений характерна та же растительность, однако с преобладанием ерника.

Пойма реки является частью речной долины, затапливаемой в половодье или во время паводков. Для поймы характерны грунты с повышенной влажностью (относительно грунтов бугристого типа местности), также для этого типа местности характерна следующая растительность: ерник (высокий, до 1-1.5 м), багульник, карликовая береза, кустарниковая ольха, ива мохнатая (ссылка на таблицу с типами местности).

Территория исследований расположена в зоне сплошного с поверхности распространения многолетнемерзлых пород со среднегодовой температурой от минус 1 до минус 2°C.

Заметим, что в среднегодовая температура воздуха в 2015 году на участке Хановой составила -3.76°C, а температура поверхности на полигональном бугре с мохово-травянистой растительностью – +2.4°C. В таких условиях возможно многолетнее оттаивание многолетнемерзлых пород сверху, что косвенно подтверждается нашими термометрическими наблюдениями в неглубоких скважинах. На участках бугров с высокой степенью заторфованности глубина сезонного оттаивания не превышала 0.4 м, в то время как на минеральных буграх даже на глубине 4 м температура в сентябре 2015 года составляла +3.56°C. В межбугровых же понижениях на глубине 5.8 м температура составила +9.99°C.

На поверхности грунтов развита сеть морозобойных трещин, формирующая слабовыраженный полигональный рельеф. Бугры пучения с торфом на поверхности и полностью минеральные - одна из самых распространенных форм криогенного рельефа.

Для достижения поставленной цели были выбраны скважины из базы данных международной сети по изучению ММП (GTN-P Database), каждая скважина соответствует своему ключевому участку.

Благодаря существующим фоновым изменениям температурного режима пород, на изучаемой территории активны криогенные процессы. Наиболее распространены по формам и размерам бугры пучения, образовавшиеся в результате многолетнего и сезонного промерзания, термокарстовые и термоэрозионные формы рельефа, сформировавшиеся при многолетнем протаивании льдистых отложений, полигональный микрорельеф и связанные с ним полигонально-жильные льды. Распространение и морфология связанных с пучением образований подчиняются зональным закономерностям.

На исследуемом полигоне нами были выделенные типы местности. Которые нам помогают оценить, при каких критериях (рельеф, растительность, режим увлажнения поверхности, глубина залегания вечной мерзлоты) вероятность появления термокарстовых озер выше или наоборот ниже. Посредством разделения территории на типы местности, была построена карта железнодорожного полотна и прилегающей территорией.

В зоне распространения многолетнемерзлых пород (ММП), деформации железнодорожного полотна, связаны с нарушением технологии строительства, а также при строительстве не учитывается особенности (уязвимости и регенерации) геокриологических условий. При сооружении железнодорожного полотна изменяются условия теплообмена поверхности с атмосферой. Модификация термического состояния приводит к изменению физико-механических свойств грунтов. А это в свою очередь приводит к развитию экзогенных процессов. Для предотвращения деформаций на железнодорожном полотне, при строительстве необходимо знать инженерно-геокриологические условия и выполнять проектные решения.

Основной причиной деградации мерзлой толщи является нарушение теплового режима поверхностного, связанного с постройкой железнодорожной линии. Возведение земляного полотна в районах распространения ММП, влечет за собой нарушение естественных условий существования мерзлой толщи.

Процессы деградации мерзлоты усугубляются при неправильной организации работ при возведении земляного полотна - удалении торфяно-мохового покрова в местах отсыпки рабочего тела железнодорожного полотна и около нее. Как показало бурение, растительный покров был удален перед сооружением насыпи.

Причиной образования провалов на железнодорожном полотне, следуя нашим исследованиям, является тиксантропность грунтов. Из-за нарушения теплового режима, переувлажнение грунтов является самой явной причиной. За счет движения железнодорожных составов по полотну, совершается подпруживание грунтов за счет этого и происходит образования провалов.

По данным карточек ПУ-просадки идут с начала эксплуатации дороги. Начинаются в конце лета, но главным образом путь проседает осенью в сентябре - октябре. Возникающие на насыпи просадки связаны, в основном, с процессом постепенного оттаивания (деградации) кровли ММП. Места просадок, совпадают с участками, где сезонное промерзание не достигает многолетнемерзлых грунтов, в основании насыпи, т.е. между слоем сезонного промерзания и мерзлыми грунтами постоянно имеется слой талых грунтов (этот процесс называется несливающаяся мерзлота). На участках таликов и на участках, где слой сезонного промерзания смерзается с ММП, просадок пути как правило, не происходит.

На участках значительных по протеканию, исправление просадок производят один, два раза в год. По данным ПУ-9, для исправления просадок ежегодно на подъёмку пути на участке расходуется 70-90 м<sup>3</sup> балласта. Для поддержания ММП на многих участках установлены термосифоны, но их расположение не соответствует распространению ММП, следовательно, неизвестно для чего они установлены. Так же, возникает вопрос являются, ли они еще эксплуатируемыми.

На данный период времени перед нами стоит цель, рассчитать какой экономический ущерб принесла железная дорога за весь период ее эксплуатации (выразить в денежной форме). Попытаться спрогнозировать затраты на ближайшее будущее. Предложить мероприятия для устранения неполадок сети. Изучить риски возникновения новых очагов явлений. Сравнить эксплуатацию термосифонов и устранение неполадок с помощью ежегодной подсыпки балласта, выявить, что же является более рентабельно.

#### Литература

- [1] Парцан Н. В. Инженерно-геологические работы на линии «Хановей–Песец» // отчет Ленинградского филиала Гипротранспуть, 1973 г.  
[2] Permafrost. Yuri Shur and Thomas E. THERMOKARST// a Research Report sponsored by The National Science Foundation, April 2007. С. 18-23  
[3] П. Х. Зайдфудим, С. Н. Голубчиков. Введение в Российское североведение// Учебное пособие. 2003. С. 158-171.]

УДК 631.4

#### ОСУШЕННЫЕ ПОЧВЫ – ЗАЛОГ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ.

И.В. Ковалев

МГУ им. М.В.Ломоносова, факультет почвоведения, Москва,  
Draining soil – the basis of food safety of Russia

I.V. Kovalev

Moscow State University. Department of Soil Science, Moscow  
*kovalevmsu@mail.ru*

Продовольствие является основным регулятором численности населения на всех этапах развития цивилизации. В настоящее время на планете Земля проживает более 6 млрд. человек, и численность населения с каждым столетием ускоряется. Например, по данным Ф.Бааде, если в первом тысячелетии до н.э. для удвоения численности населения потребовалось ровно 1000 лет, то в XVIII-XIX вв. – всего 150 лет, а в XX в. – всего 40 лет. Так человечество реагирует, по мнению академика Б.С. Маслова, на собственные успехи в