

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**
**ИНСТИТУТ МОНИТОРИНГА КЛИМАТИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**
**ТОМСКОЕ ОБЛАСТНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО
ОБЩЕСТВА**



**ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ СИБИРИ
В XXI ВЕКЕ**

Материалы Всероссийской научно-практической конференции,
посвященной 100-летию со дня рождения
заслуженного работника высшей школы Российской Федерации,
почетного члена Русского географического общества, профессора,
доктора географических наук
ЗЕМЦОВА АЛЕКСЕЯ АНИСИМОВИЧА

Томск 2020

РОЛЬ А.А. ЗЕМЦОВА В ИЗУЧЕНИИ ВЛИЯНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГОРНЫХ ПОРОД НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН СВ-ДВ-СДВ ДИАПАЗОНОВ

В.Н. Захаренко, В.П. Парначев

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Аннотация. В составлении карты геоэлектрического районирования территории Западной Сибири и Таймырского полуострова масштаба 1:2500000 активное участие принимал профессор - географ ТГУ А.А. Земцов. Его идея о широком распространении засоленных мерзлых рыхлых горных пород на территории Западно-Сибирской равнины в дальнейшем полностью подтвердилась и на сегодня является установленным фактом.

Ключевые слова: Электропроводность, многолетнемерзлые горные породы, распространение радиоволн.

THE ROLE OF A.A. ZEMTSOV IN THE STUDY OF THE INFLUENCE OF PERMAFROST ROCKS ON THE PROPAGATION OF RADIO WAVES SV-DV-SDV BANDS

V.N. Zakharenko, V.P. Parnachev

National research Tomsk state University, Tomsk, Russia

Abstract. Prof A.A. Zemtsov took part an active part in compiling a map of geoelectric zoning of Western Siberia and the Taimyr Peninsula on a scale of 1: 2500000. His ideas of the wide distribution of saline frozen loose rocks in the territory of the West Siberian Lowland was subsequently fully confirmed and today is an established fact.

Keywords: Electrical conductivity, permafrost rocks, radio wave propagation.

В середине 1984 года руководство Томского госуниверситета поручило выполнение ранее заключенной с ОКТБ «Радиофизика» при Ленинградском госуниверситете научно-исследовательской работы «Тамариск-Т» учебной геолого-геофизической лаборатории при кафедре динамической геологии геолого-географического факультета. Основной целью работы являлось составление на территорию Советского Союза прогнозной карты геоэлектрических разрезов (ГЭР) масштаба 1:2 500 000, в интересах радиовещания и связи. При этом территория от Урала и западнее отводилась Ленинградскому (научно-исследовательский институт Земной коры) и Сыктывкарскому госуниверситетам; Западная Сибирь и Таймырский полуостров – Томскому госуниверситету; южные территории Сибири и Центральная Азия – Ташкентскому госуниверситету; Восточная Сибирь и Дальний Восток – Бурятскому институту естественных наук Бурятского филиала Сибирского отделения АН СССР (г. Улан-Удэ); Якутия и Северо-Восток СССР - институту Горного дела Севера Якутского филиала СО АН СССР (г. Якутск). Общее управление работой осуществлялось ОКТБ «Радиофизика» при ЛГУ под руководством директора ОКТБ профессора Г.И. Макарова

К концу 1985 года прогнозная карта ГЭР территории СССР была построена, и с 1986 года указанные научные коллективы приступили к составлению уточненной прогнозной карты ГЭР, которая была закончена в конце 1991 года. Кодовое название темы «Тамариск» поменялось на «Земля» (для томичей – «Земля-Т»).

С первых дней проведения экспериментально-заверочных работ в районах развития многолетней мерзлоты на севере Сибири выяснилось расхождение между полученными практическими результатами с ранее сложившимися теоретическими представлениями о распространении электромагнитных волн над многолетнемерзлыми горными породами в диапазоне частот 10 – 1000 кГц (средние, длинные и сверхдлинные волны).

По существующим на тот момент времени воззрениям, электрическое сопротивление горных пород, находящихся в мерзлом состоянии, составляло десятки и даже сотни тысяч Ом·м. В частности, для расчета изменения напряженности электромагнитного поля с расстоянием Международный

консультативный комитет по радиосвязи (МККР) рекомендовал использовать мелкомасштабную карту проводимости мира Моргана - Максвела 1965 г. Территория юга Сибири на данной карте имеет среднее значение эффективного сопротивления 3300 Ом·м, при этом районы развития многолетней мерзлоты на данной карте показаны белым пятном.

При такой величине электрического сопротивления взаимодействие между электромагнитной волной указанного выше диапазона и горной породой происходит в большом объеме (глубина скин-эффекта составляет сотни метров – первые километры), и из-за сильного поглощения энергии электромагнитных волн подстилающей поверхностью дальность уверенного приема радиосигнала резко уменьшается. При этих условиях, основное влияние на распространение радиоволн оказывают относительно глубоко залегающие горные породы мезозойского и даже палеозойского возраста.

В то же время, при установленном сотрудниками ТГУ электрическом сопротивлении мерзлых горных пород в сотни Ом·м, глубина проникновения электромагнитной волны незначительна и меняется от первых метров (1000 кГц) до десятков метров (10 кГц), при этом основное влияние на радиосигнал оказывают только верхние слои геологического разреза, представленные кайнозойскими, реже мезозойскими отложениями. Это обстоятельство и определило создание при теме «Земля», кроме имеющихся геологической, геофизической, радиофизической и метеорологической групп, - самостоятельной геоморфологической группы под руководством профессора кафедры географии Алексея Анисимовича Земцова. В состав группы входили доценты кафедры географии Нина Степановна Евсеева, Валерий Спиридонович Хромых и мл.н.с. Т.В. Баяхметова.

Результаты работы группы изложены в заключительном трехтомном отчете по научно-исследовательской работе [6], а также в научных докладах, представленных в 1990 году в г. Омске и г. Харькове [1;2].

Как отмечено выше, уже первые экспериментальные наблюдения, выполненные на севере Сибири (трасса радиокомпарирования Норильск – Тазовский; результаты работ методом вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) на реке Кунар, полуостров Челюскин), вступили в противоречие с имеющимися представлениями о распространении радиоволн в зоне развития многолетнемерзлых горных пород. Заложенные в программу высокие значения электрического сопротивления многолетнемерзлых горных пород, как и следовало ожидать, давали малую дальность зоны уверенного приема радиосигнала - около 100 км для частоты 162 кГц, при мощности излучателя 150 кВт. Практические измерения уровня напряженности радиополя уверенно принимали радиосигнал на расстоянии 400 километров и более (трасса радиокомпарирования Норильск – Хатанга).

Сравнение изменения напряженности радиополя с расстоянием для юга (трасса радиокомпарирования Новосибирск – Омск) и севера Сибири (трасса радиокомпарирования Норильск – Диксон) для радиостанций, работающих, примерно, на одной частоте (171 кГц – Новосибирск, 162 кГц – Норильск), показали, что между ними почти нет отличий [4]. Складывалось впечатление, что наличие многолетнемерзлых горных пород не влияет на распространение радиоволн.

Ответ на данный вопрос получен при проведении работ методом ВЭЗ на полуострове Челюскин. Кривые ВЭЗ практически не отличались от классических «материковых» кривых. Вместо ожидаемого четырехслойного типа «А-К» [3], - кривые ВЭЗ имеют вид типа «К-Н». Первый слой с относительно низким сопротивлением (15-300 Ом·м) отвечает зоне сезонной оттайки с мощностью 0.1-0.7 м; второй слой характеризуется как повышенным электрическим сопротивлением, так и сильной вариацией сопротивления по разрезу (11 000 – 89 000 Ом·м), что полностью согласуется с представлениями о многолетнемерзлых рыхлых горных породах (мощность слоя 0.5 – 5 м); третий, наиболее интересный, многолетнемерзлый слой, при мощности от 5 до 65 метров имеет низкое электрическое сопротивление (30 -200 Ом·м); четвертый слой с электрическим сопротивлением 250 - 600 Ом·м отвечает мерзлым доюрским коренным породам.

Такое строение геоэлектрического разреза в корне меняет сам принцип распространения радиоволн: среда, вместо емкостного, приобретает слабоиндуктивный характер, и поэтому поглощение энергии уменьшается.

В 1986 г. на полуострове Челюскин (река Кунар) геологи Полярной экспедиции (п. Хатанга) на нескольких разведочных линиях провели как буровые, так и шурфовочные работы с целью проверки правильности отбора буровых проб для определения содержания золота [5]. В ходе работ по всем разведочным линиям установлено наличие криопег, что и объяснило появление «незаконного» для многолетнемерзлых горных пород третьего слоя с низким электрическим сопротивлением.

Оставался нерешенным вопрос: - наличие криопег в зоне развития многолетнемерзлых горных пород – это явление локальное, специфическое только для полуострова Челюскин, или оно распространено по всему морскому побережью Ледовитого океана? Или это явление региональное и характерно для всей Западно-Сибирской равнины? Или это свойственно для любой низменности, находящейся в зоне развития многолетнемерзлых горных пород, – Западно-Сибирской, Северо-Сибирской, Яно-Индигорской, Колымской и другим низменностям?

Алексей Анисимович был уверен, что явление криопегов имеет, как минимум, региональный характер, так как «морские отложения, слагающие надпойменные террасы, окаймляющие берега Ямальского, Гыданского и Таймырского полуостровов, все засолены» [6]. Косвенное подтверждение широкому распространению криопегов на низменностях Сибири установлено при интерпретации результатов, полученных методом радиокомпарирования трасс.

Уровень напряженности радиополя, измеренный по трассам: Норильск – Тазовский, проходящей субширотно по северо-западной части Западно-Сибирской равнины; Сургут – Надым, идущей с юга на север по северной части Западно-Сибирской равнины; Норильск – Диксон, пересекающей с юга на север Северо-Сибирскую низменность; Норильск – Хатанга, пролегающей субширотно по Северо-Сибирской низменности; Якутск – Вилюйск следующей через Центрально-Якутскую равнину; Анадырь – Марково, пересекающей субширотно Анадырскую низменность, повсеместно устанавливает, что интегральное электрическое сопротивление подстилающей радиополе поверхности меньше общепризнанных, на тот момент времени, значений.

Концепция о локальном характере распространения криопегов не породила у оппонентов возражений, но теория площадного распространения криопегов на территории Западной и Восточной Сибири вызвала дискуссию среди специалистов, занимающихся распространением радиоволн. Возражения приводились разные, вплоть до избитой «средней температуры по больнице».

В рамках темы «Земля» данная проблема была решена просто. Заказчик, после проведения самостоятельных контрольных измерений на севере Сибири, обязал остальных исполнителей при сбивке карты использовать значения электрического сопротивления ГЭР, указанных на карте, составленной исследователями Томского госуниверситета.

Сегодня идея А.А. Земцова о широком распространении засоленных мерзлых рыхлых горных пород на территории Западно-Сибирской равнины полностью подтвердилась и является установленным фактом. Кроме Западно-Сибирской равнины, засоленные мерзлые породы установлены на арктическом побережье Аляски и Канады, побережье Шпицбергена, внутренней Монголии и Тибетском плато, в Центрально-Якутской низменности и в межгорных впадинах Прибайкалья, Забайкалья и Алтая [7].

Параллельно стоял вопрос о природе криопегов. Традиционно засоление мерзлых горных пород по происхождению подразделяют на два типа: морское и континентальное. При этом принято считать, что движения растворов солей после замерзания не происходит или проявляется незначительно, отмечая при этом, что более древние (нижележащие) отложения имеют большую засоленность, по сравнению с более молодыми (вышележащими).

По этому поводу Алексей Анисимович шутил, что при таком подходе к засолению и селедка соленая, так как в море выловлена. По мнению Алексея Анисимовича, после замерзания рыхлых отложений процесс движения солей не прекращается. Любое повышение температуры приводит к процессу таяния и, соответственно, гравитационному движению соленого раствора сверху вниз. По этой причине вышележащие отложения менее засолены, по сравнению с нижележащими породами. К сожалению, на сегодня эта концепция не является общепризнанной.

Библиографический список

1. Баяхметова Т.В., Евсеева Н.С., Захаренко В.Н., Земцов А.А., Коржинская С.В., Попов Л.Н., Стреляев В.И. Особенности распространения радиоволн СВ-ДВ диапазонов на севере и юге Западной Сибири // Распространение километровых и более длинных волн. XVI Межведомственный семинар «Распространение километровых и более длинных волн» ОГПИ, г. Омск, 1990 г. С. 65-66.
2. Баяхметова Т.В., Евсеева Н.С., Захаренко В.Н., Земцов А.А., Коржинская С.В., Попов Л.Н. Применение метода радиокомпарирования трасс для оценки точности прогнозной карты юга Западной Сибири // XVI Всесоюзная конференция по распространению радиоволн, г. Харьков, 1990 г. С. 295-296.
3. Вертикальное электрическое зондирование в криолитозоне. Методические рекомендации. ВСЕГИНГЕО, Москва, 1976 г. 25 с.
4. Захаренко В.Н., Попов Л.Н., Кабанов М.В., Вылцан И.А. Сидехменова В.М. Об аномалиях электропроводности подстилающей поверхности Земли в зоне высоких широт. ДАН СССР, т. 314, №5, 1990 г. С. 1092-1095.
5. Захаренко В.Н., Краковецкий Ю.К., Парначев В.П., Попов Л.Н. Об электропроводности многолетнемерзлых горных пород // Вестник ТГУ, № 359, 2012 г. С. 182-187.
6. Попов Л.Н., Земцов А.А., Евсеева Н.С., Стреляев В.И., Захаренко В.Н., Баяхметова Т.В., Коржинская С.В., Губарь И.Г. Отчет по научно-исследовательской теме «Исследование электрических свойств подстилающей поверхности Западной Сибири в интересах радиовещания и связи («Земля-Т»». Т.1, Т.2, Т.3, Томск, фонды ТГУ, 1991 г.
7. Трофимов В.Т., Красилов Н.С. Засоленные мерзлые грунтовые толщи арктического побережья России и их инженерно-геологические особенности //Бюл. моск. общества испытателей природы, отд. геол. Т. 92, вып. 4, 2017 г. С.49-57.

ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ

С.Е. Коркин, В.А. Исыпов

Нижевартовский государственный университет, г. Нижневартовск, Россия

Аннотация: Рассмотрена динамика размыва правого берега реки Обь в районе города Нижневартовска Ханты-Мансийского автономного округа-Югры. В работе представлен анализ мониторинга за русловыми деформациями на Усть-Вахском стационаре по закрепленным на местности реперам методами дешифрирования разновременных космоснимков и фиксации береговой линии с применением спутникового позиционирования.

Ключевые слова: русловые процессы, русловые деформации, береговая линия, динамика, эрозия боковая.

EROSION PROCESSES OF RELIEF FORMATION

S.E. Korkin, V.A. Isypov

Nizhnevartovsk state University, Nizhnevartovsk, Russia

Abstract: The dynamics of stream erosion of the right bank of the Ob in the area of Nizhnevartovsk in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug - Ugra is described. The paper presents an analysis of monitoring of river channel deformations at the Ust-Vakh observation station using field-established benchmarks, through interpretation of diachronous space images and registration of the bank line using the satellite positioning.

Keywords: river channel evolution, river channel deformations, bank line, dynamics, and lateral erosion.

Интенсивная боковая эрозия на широтном участке средней Оби – опасный процесс. Таким образом, данная проблема является актуальной, особенно для земельных участков населенных пунктов [9, с. 31], находящихся в зоне проявления процессов рельефообразования. Береговые деформации происходят вследствие функционирования эрозионно-аккумулятивных систем и характеризуются формированием русел водотоков, в зависимости от водности потока, параметра и формы русла, стока наносов и других характеристик, позволяющих выделять соответствующие типы русловых процессов