

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Ивановой Варвары Викторовны

**«Геохимические индикаторы палеоклиматических и палеоэкологических
реконструкций криогенных ландшафтов**

(на примере опорных разрезов плейстоцена Восточной Сибири)»,

**представленную на соискание ученой степени доктора географических наук
по специальности 1.6.14 – геоморфология и палеогеография**

Актуальность избранной темы

Палеоклиматические и палеоландшафтные реконструкции позднего неоплейстоцена многих регионов России остаются предметом дискуссии (Воробьева, 2010). Особенно это касается Восточной Сибири, где изученность отложений крайне неравномерная и недостаточная. Регион включает различные природные зоны, равнины, плоскогорья, горы, где на протяжении позднего неоплейстоцена происходила неоднократная смена геосистем. На протяжении последних десятилетий в Восточной Сибири проводятся комплексные исследования разрезов четвертичных отложений. На их основе разработаны региональные стратиграфические схемы квартера, проведены палеоландшафтные и палеоклиматические реконструкции. В последние годы все активнее используются различные петрохимические модули, индикаторные отношения, геохимические коэффициенты, позволяющие глубже понять процессы и природные условия прошлого. Их применение позволяет более детально и качественно реконструировать природные изменения. Совершенствование и уточнение критериев реконструкции изменений природной среды и климата имеет важное теоретическое и практическое значение в четвертичной геологии, палеогеографии, как для всей территории России, так областей криолитозоны Северной Евразии. Чрезвычайно важной в биостратиграфии является разработка методических приемов стратиграфической привязки палеонтологического материала, поскольку большинство ключевых находок фауны обнаружено не *in situ*. Поэтому, тема диссертации В.В. Ивановой является актуальной.

Содержание работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка основных публикаций по теме диссертации, списка литературы, приложения. Объем квалификационной работы с приложением 494 страницы, включая 40 таблиц и 141 рисунок. Список литературы 816 наименований, в том числе 534 на английском языке.

Во введении обосновываются и раскрываются актуальность, цель, задачи диссертационной работы, объект и предмет исследования, методика работ, фактический материал, научная новизна результатов, защищаемые положения, достоверность и обоснованность, теоретическая ценность, практическая значимость, личный вклад автора, апробация работы, публикации, объем и структура квалификационной работы

В первой главе дана характеристика полярного покровного и отложений ледового комплексов, криогенной коры выветривания, подвижности химических элементов, определяющих химический состав твердой фазы и грунтовых вод продуктов криогенного выветривания. Определены важные особенности криогенных кор выветривания. Рассмотрены гипотезы происхождения ледового комплекса и его типы. Обобщены данные об изотопном составе повторно–жильных льдов (ПЖЛ).

Следующая глава диссертации посвящена методике палеоэкологических реконструкций. Приведены данные об особенностях геохимических материалов, представлена информация об изученных опорных разрезах и последовательности их изучения для проведения палеогеографических реконструкций. Представлена информация о лабораторных исследованиях. Рассмотрен весь арсенал литологических индикаторов климата и традиционных разновидностей петрохимических модулей. Представлены данные о петрохимических модулях, геохимических индексах, индикаторных отношениях, геохимических коэффициентах. Приведено описание разработанной В.В. Ивановой методики стратиграфической идентификации подъемного палеонтологического материала, направленной на улучшение разрешающей способности биостратиграфического анализа: выявление переотложенных костных остатков в целях улучшения разрешающей способности биостратиграфического анализа, определение первоначального залегания остатков до переотложения. Методика основана на изучении поведения макро– и микроэлементов, особенностей накопления и фракционирования редкоземельных элементов (РЗЭ) в ископаемых костных остатках (КО) и вмещающих их осадках. Сделан вывод, что спектры РЗЭ в костных остатках из различных стратиграфических горизонтов одного местонахождения различаются между собой, но одинаковы со спектрами РЗЭ вмещающих осадков.

Третья глава «Индикационные возможности лантаноидов для реконструкции условий седиментогенеза и диагенеза осадков» включает информацию о геохимических свойствах РЗЭ в различных горных породах, характеристике, химических особенностей, принципах деления на подгруппы легких РЗЭ (ЛРЗЭ), тяжелых РЗЭ (ТРЗЭ) и средних РЗЭ (СРЗЭ), содержании редкоземельных элементов и иттрия в различных типах горных пород и почвах (мг/кг). Представлены данные о тетрадном эффекте лантаноидов как

палеоэкологическом индикаторе. Рассмотрен тетрадный эффект в природных водах и терригенных отложениях, фракционирование РЗЭ в поверхностных и подземных водах. Детально описано распределение редкоземельных элементов в различных почвах, поведение РЗЭ в корках выветривания. Рассматривается поведение микроэлементов в водных объектах, корках выветривания, неконсолидированных отложениях и почвах криолитозоны, изменчивость содержания РЗЭ в процессе химического выветривания многолетнемерзлых горных пород.

Помимо результатов изучения макро- и микроэлементного состава отложений, в настоящей работе применяется ряд новых критериев оценки составов лантаноидов и особенностей их распределения в четвертичных отложениях и костных остатках, что обосновано предшествующими литологостратиграфическими исследованиями, в том числе и проведенными автором.

Сделан вывод, что особенности распределения РЗЭ в глинистой фракции рыхлых отложений можно рассматривать как индикатор процессов криогенеза и использовать их для характеристики физико-химических условий осадконакопления и палеоклиматической обстановки в криолитозоне. Обосновано применение ряда новых критериев оценки составов лантаноидов и особенностей их распределения в четвертичных отложениях и костных остатках. К ним относятся десять коэффициентов:

– $\sum(\text{РЗЭ}+\text{Y})$ – зависит как от состава размываемых пород, так и от фракционирования лантаноидов в зоне гипергенеза;

– $\sum\text{Ce}/\sum\text{Y}$, где $\sum\text{Ce}:(\text{La}-\text{Eu})$, $\sum\text{Y}:(\text{Gd}-\text{Lu}, \text{Y})$ – индикатор климата;

– величина цериевой аномалии, выраженная как $\text{Ce}^*=3\text{Ce}_n/(2\text{La}_n+\text{Nd}_n)$ ([Дубинин, 2004) – индикатор окислительно-восстановительных условий осадкообразования;

– величина европиевой аномалии, $\text{Eu}^*=2\text{Eu}_n/(\text{Sm}_n+\text{Gd}_n)$ (Балашов, 1976) – индикатор поступления глубинного вещества в осадки;

– отношение $\text{LPЗЭ}/\text{TPЗЭ}$, рассчитываемое как $[(\text{La} + \text{Pr} + \text{Nd})/(\text{Er} + \text{Tm} + \text{Yb} + \text{Lu})]_{\text{обр}} / [(\text{La} + \text{Pr} + \text{Nd})/(\text{Er} + \text{Tm} + \text{Yb} + \text{Lu})]_{\text{NASC}}$ (Маслов и др., 2007) – является показателем присутствия вулканокластики, соотношения кислых и основных пород в источниках сноса;

– отношения La/Yb , La/Sm – индикаторы физико-химических (pH, Eh) и фациальных условий диагенеза (Reynard, 1999; Trueman, 2006; Шатров, 2007; Иванова, Никольский, 2017, Ivanova et al., 2018) (составы редких земель нормируются на состав лантаноидов в NASC (Gromet et al., 1984));

– отношение Y/Ho – показатель физико-химических условий диагенеза и фоссилизации (Kawabe et al., 1991; Иванова, 2012])

– диаграммы NdN–GdN–YbN позволяют выделять поля, отвечающие определенным обстановкам осадконакопления (Patrick et al, 2004]) и информативны для диагностики переотложенных костных остатков.

– разработанная автором диаграмма t1 (тетрадный эффект La–Ce–Pr–Nd)N – t3 (тетрадный эффект Gd–Tb–Dy–Ho)N – (La/Sc)N применяется специально для диагностики переотложенных костных остатков, а также высоко информативна для определения климатических и физико–химических условий диагенеза осадков.

Автором диссертации использованы эффекты фракционирования РЗЭ в природных средах криолитозоны, являющиеся мощным палеоэкологическим сигналом, уже установленным во многих природных обстановках. Графически результаты фракционирования отображаются в виде спектра РЗЭN. Характер распределения РЗЭN, фиксируемый на графиках, является уникальной особенностью для различных фациальных разновидностей четвертичных отложений. В.В. Иванова обосновывает преимущество использования элементов группы РЗЭ в качестве геохимических индикаторов процессов выветривания, педогенеза и диагенеза.

Глава 4. Палеоэкологическая интерпретация распределения лантаноидов в ископаемых костных остатках. В ней рассматриваются состав и строение ископаемой кости, уровни содержаний и особенности изменения спектров РЗЭ в ископаемых костных остатках, скорость диффузии лантаноидов при фоссиллизации костного материала, изменения состава ископаемой кости как тафономического и палеоэкологического индикатора, восстановление облика автохтонных местонахождений по спектрам РЗЭ в костных остатках. Представлена детальная информация об особенностях фракционирования редкоземельных элементов в ископаемых костных остатках изученных местонахождений. Анализ, выполненный Варварой Викторовной Ивановой, особенностей фракционирования редкоземельных элементов в костных остатках и отложениях показал, что наиболее значимыми при решении этой задачи являются следующие геохимические коэффициенты: тетрадный эффект первой и третьей тетрады РЗЭ, величина европиевой, цериевой и диспрозиевой аномалии, отношения U/Th, Y/No, La/Sc. На примере местонахождение Харабай (четвертая надпойменная терраса) в долине р. Виллой автором диссертации выполнена биостратиграфической привязки костных остатков по спектрам РЗЭ, найденных не *in situ* под обнажением. Эти исследования позволяют палеонтологически датировать почти немые отложения разреза. Определено, что костные остатки фоссилизировались в перигляциальных климатических условиях в континентальных или флювиогляциальных обстановках, а вариации показателя Ce*

свидетельствуют об изменении окислительно–восстановительных условий среды захоронения этих остатков от окислительных к дисокисным и бескислородным.

Заключительная пятая глава диссертации посвящена палеоклиматической интерпретации распределения геохимических маркеров в отложениях опорных разрезов плейстоцена Восточной Сибири. По всем ключевым территориям по меридиональному трансекту от островов архипелага Де–Лонга через приморские арктические низменности, равнины бассейна реки Лены до рифтовых долин Байкальской горной страны, выполнены палеоклиматические реконструкции. В опорных разрезах представлены разновозрастные четвертичные отложения. Особое внимание В.В. Иванова в работе уделяет хронологической привязке материала.

В первой части главы представлена информация об идентификации палеоклиматических событий и их трендов в островной фациальной зоне для прибрежно–морских отложений канарчакской свиты, лагунных и аласных осадков. Для опорных разрезов четвертичных отложений и льдов рассматриваются их литолого–стратиграфические особенности, геохимия четвертичных отложений островной зоны, систематика РЗЭ четвертичных осадков островной зоны, исследование тетрадных эффектов, систематика РЗЭ в пластовых льдах.

В разделах детально рассматриваются вопросы смены морских условий пресноводными, установлены холодные и теплые этапы эволюции климата. Детально охарактеризованы изменения природных условий на границе плейстоцена и голоцена в результате преобразования резко континентального засушливого климата на влажный морской и изменения фациальных условий от морских к континентальным. Интерпретация геохимических данных позволила провести реконструкцию физико–химических условий седиментогенеза в островной фациальной зоне, где на изменение параметров окружающей среды влияют процессы, управляющие режимом кислорода: окисление восстановленных форм элементов в разрушающихся мерзлых породах; разложение органического вещества; образование баров, формирующих аноксидную обстановку в прибрежной зоне. Следует отметить комплексное использование для палеоклиматических реконструкций литологического, геохимического, палинологического, диатомового анализа, радиоизотопного датирования.

Во второй части заключительной главы выполнена идентификация палеоклиматических событий и их трендов с помощью предложенных геохимических маркеров на территории Яно–Индигорской низменности (местонахождение Соп–Хая (Яна–195)). Местонахождение Соп–Хая сложено отложениями ледового комплекса. Выделяются 3–я надпойменная терраса высотой 40–30 м, 2–я надпойменная терраса – 18–

16 м, 1-я надпойменная терраса – 8–10 м. К этому участку долины приурочена группа археологических памятников, известных как Янская стоянка (Питулько, 2023). Представлена детальная информация о разрезах четвертичных отложений позднего эоплейстоцена – середины позднего неоплейстоцена, геохимических особенностях отложений, выполнены палеоклиматические реконструкции, выявлены геохимические критерии для разных типов отложений и почв. Систематизирована информация о РЗЭ четвертичных отложений местонахождения Соп–Хая (Яна–195) для вмещающих отложений, очажной массы, культурного слоя. Для более четкого выделения климатического сигнала В.В. Ивановой использованы петрохимические модули. Анализ распределения их по разрезу свидетельствует о слабом выветривании пород водосбора. Петрохимический анализ подтверждает палеоклиматические и палеоландшафтные выводы исследователей Янской стоянки. Наглядно показано, что использование геохимических методов для отложений, имеющих четкую геоморфологическую привязку, позволяет успешно реконструировать изменение палеоклимата и переходить к региональным палеогеографическим построениям.

Раздел 5.3. посвящен изучению отложений Северного Верхоянья на примере опорного разреза верхнекайнозойских отложений IV надпойменной террасы высотой 65—70 Улахан–Суллар на р. Адыча. Из этого разреза при участии автора диссертации был получен обширный новый материал, в том числе несколько сотен костей крупных млекопитающих, что позволило существенно уточнить представления о стратиграфии и возрасте местонахождения. Отложения имеют возраст от конца нижнего неоплейстоцена до конца верхнего неоплейстоцена. Выявлены геохимические особенности четвертичных отложений разреза Улахан–Суллара. Установлены изменения палеоэкологических геохимических коэффициентов Mg/Zr и Ca/P в терригенном материале. Определены значения петрохимических модулей по разрезам Улахан–Суллара. Сопоставлены результаты палинологического анализа [Каплина и др., 1983] с изменением по разрезу содержаний P_2O_5 , MnO, петрохимических модулей и индексов интенсивности выветривания ТМ, ГМ, CIA, PIA, CIW, IC. Эти данные показывают, что наиболее резкие изменения климата наблюдаются при формировании отложений нижних (1–3) слоев разреза, выявлены и локальные изменения климата. Систематизирована информация о РЗЭ четвертичных отложений обнажения Улахан–Суллар. Изучены геохимические особенности ископаемых льдов этого обнажения.

В разделе 5.4. приведена детальная характеристика отложений разрезов в устье р. Крестовка и Малый Анюй на Колымской низменности. Разрез Крестовка является стратотипом Олёрской свиты. Выявлены геохимические особенности четвертичных

отложений слоев «кутуях», двух подсвет Олерской свиты и едомной толщи кровли разреза. Прослежены изменение по разрезу содержаний P_2O_5 , MnO , петрохимических модулей и индексов интенсивности выветривания TM , GM , CIA , PIA , CIW , ICV и результаты палинологического анализа [Шер и др., 1977] Крестовского разреза. Выявлено, что распределение геохимических коэффициентов в разрезе (рисунок 85 диссертации) указывает на постепенное развитие похолодания во время накопления слоев «кутуях» и циклические изменения климата во время накопления олёрской свиты. Максимальное фракционирование средних и тяжелых РЗЭ фиксируется в зоне перебива на границе олёра и слоев «кутуях».

Разрез Малый Анной подразделяется на две основные толщи – пойменных тонкослоистых тонкозернистых песков и алевритов (толща 1) мощностью до 18 м с вложенными мощными псевдоморфозами по ПЖЛ, выполненными тонкозернистыми песками и алевритами, и перекрытыми толщей 2 – тонкослоистыми озерными осадками с линзами торфа. Автором диссертации изучен макро– и микроэлементный состав отложений, составляющих толщу 1, вмещающую мумию бизона, выполнен анализ распределения основных петрохимических модулей.

Палеоклиматические реконструкции формирования отложений аллювиальных равнин в бассейне р. Лены выполнены на примере местонахождения Харабай в Виллойской синеклизе и разрезов Тандинский и Чуйский в Нижнеалданской впадине. В береговом обрыве разреза Харабай высотой 65 м от уреза реки на протяжении 3 км вскрывается толща четвертичных отложений, с размывом залегающая на мезозойских аллювиальных туфовых песках. В целом разрез Харабай образован аллювиальными и озерно–аллювиальными толщами, перекрытыми сильно льдистыми покровными отложениями, которые слагают высокую надпойменную террасу р. Виллой. В разрезах Тандинский и Чуйский в Нижнеалданской впадине вскрыты верхнекайнозойские отложения высоких террас.

Автором диссертации изучен макро– и микроэлементный состав отложений, выполнен анализ распределения основных петрохимических модулей и индексов интенсивности выветривания (TM , GM , CIA , CIW , ICV). Полученные результаты сопоставлены с опубликованными ранее материалами споро–пыльцевых спектров отложений (Гитерман, 1963; Алексеев и др., 1986). На основе ряда геохимических коэффициентов выполнены палеоклиматические реконструкции. Выделены этапы потепления и похолодания, увлажнения и аридизации.

Заключительный раздел пятой главы посвящен палеоклиматическим реконструкциям Байкальского региона. В его границах детально исследовались отложения

разрезов Усть–Одинский на юге Сибирской платформы, Белый Яр в Байкальской рифтовой зоне и Тологой в Западном Забайкалье. В Усть–Одинском и Белый Яр разрезах вскрываются осадки позднего неплейстоцена, в разрезе Тологой плиоцен–четвертичные отложения. Для разреза Усть–Одинский приведено описание отложений, показано распределение по разрезу геохимических параметров. Выявлено, что наиболее резкие изменения геохимических показателей характерны для теплых стадий МИС 3 и МИС 5. Для разреза Белый Яр (Тункинское Прибайкалье) приведена литолого–стратиграфическая характеристика отложений МИС 2 – МИС 3, выполнена реконструкция условий и особенностей осадконакопления отложений. Представлены данные об изменении содержания глинистой фракции, петрогенных оксидов и петрохимических модулей и индексов, глинистой фракции и вариации палеоклиматических маркеров. Низкая степень фракционирования РЗЭ указывает на преобладание в обстановках осадконакопления семиаридных условий. В разделе 5.6.3 главы 5 приведена литогеохимическая характеристика отложений разреза Тологой (Забайкалье). Для оценки палеоклимата автором диссертации использованы значения титанового коэффициента (ТМ). Его вариации по разрезу свидетельствуют о накоплении осадков нижней толщи (Тологой 1) в условиях сухого аридного климата, а средней толщи (Тологой 2) – в условиях более холодного и влажного климата с усилением аридизации климата при накоплении осадков верхней части разреза (Тологой 3).

В заключительном разделе 5.7 обобщены результаты палеоклиматической реконструкции разрезов, вошедших в состав геохимического трансекта. Главное следствие междисциплинарного анализа опорных разрезов Восточной Сибири, по мнению В.В. Ивановой, состоит в том, что изменения окружающей среды в регионе в плейстоцене и голоцене привели к широкому распространению открытых ландшафтов. Далее Варвара Викторовна делает вывод, что набор перигляциальных условий криогенного выветривания, транспортировки, отложения и диагенеза осадков придает существенные черты сходства изученным отложениям. «Конкретным выражением этого сходства являются отложения ледового комплекса и повсеместно проявленный полярный покровный комплекс» (с. 334). Распределение показателя $\sum Ce/\sum Y$ и значений тетрад–эффекта (Gd–Tb–Dy–Ho) в выборке проб по трансекту (рис. 141 диссертации) показывает, что изменения окружающей среды в плейстоцене не выходили за пределы субаридного климата.

В заключении представлены основные выводы по диссертации. В приложении содержится дополнительный фактографический и иллюстративный материал.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Диссертационная работа В.В. Ивановой основана на фактическом материале, полученным лично автором и при ее непосредственном участии при проведении экспедиционных исследований часто в труднодоступных районах Восточной Сибири на протяжении последних 10–15 лет. Научные положения и выводы основаны на детальном изучении и опробовании опорных разрезов верхнего кайнозоя, количественных данных многочисленных геохимических индикаторов, использовании опубликованных ранее материалах по опорным разрезам, результатах физико–химических и геохимических анализов при детальном опробовании отложениях разрезов Восточной Сибири, собственных разработок диссертанта. Результаты диссертации подкреплены полученными автором диссертации и опубликованными материалами по стратиграфии, литологии, геоморфологии, геохимии, геохронологии, биостратиграфии, палеогеографии, археологии.

Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Полученные в диссертации результаты являются новыми и достоверными, представляют несомненный научный интерес. Они согласуются с известными ранее результатами изучения опорных разрезов четвертичных отложений, палеоклиматических и палеогеографических реконструкций, дополняют и уточняют их. Достоверность полученных данных базируется на использовании классических приемов изучения многолетнемерзлых четвертичных отложений с учетом их криогенного строения и оценки роли льда в криолитологических проявлениях (криотурбации, морозная сортировка материала по теплофизическим свойствам, формирование повторно–жильных льдов и полигональных грунтов). Репрезентативность результатов подкреплена большим объемом аналитических исследований с использованием различных методов и методик, использованием программ для обработки полученных данных.

Значимость для науки и практики полученных автором результатов

Результаты диссертационной работы вносят вклад в развитие стратиграфии четвертичного периода Восточной Сибири, палеогеографии криогенных ландшафтов севера Сибири. Теоретически обосновано использование геохимических индексов разработка методики стратиграфической привязки подъемного палеонтологического материала.

Полученные результаты дают возможность получить информацию о фациальной характеристике отложений ледового комплекса, использоваться при проведении регионального геологического картирования четвертичных отложений, мониторинга

многолетнемерзлых пород в условиях глобальных и региональных климатических изменений.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационной работы могут быть использованы при реконструкции развития природной среды четвертичного периода Северной Евразии, в стратиграфии и палеогеографии квартера, развитии биостратиграфического метода, при типизации кор выветривания, в картировании четвертичных отложений. Научные разработки и основные положения диссертации использованы в практической работе ИГХ СО РАН и ГИН СО РАН. В переработанном виде результаты и выводы диссертации могут быть опубликованы в виде монографии.

Содержание диссертации, ее завершенность

Диссертация представляет собой законченное научное исследование, посвященное выявлению закономерностей и региональных особенностей накопления и диагенеза позднекайнозойских отложений Восточной Сибири, разработке комплекса геохимических индикаторов, используемых для реконструкции палеоклиматических условий и палеоландшафов в криолитозоне в четвертичный период.

Исследование Варвары Викторовны Ивановой, посвященное изучению геохимических индикаторов при изучении четвертичных отложениях Восточной Сибири и выполненных на их основе палеоклиматических и палеоландшафтных реконструкций актуально. Автор четко сформулировала цели и задачи исследования, положения, выносимые на защиту. Диссертационная работа В.В. Ивановой с одной стороны подводит итог детальных исследований изучения состава позднекайнозойских отложений опорных разрезов отложениях Восточной Сибири, с другой, является методической основой для более детальных палеогеографических реконструкций на основе цифровых геохимических индексов. Автор разработала методику интерпретации геохимических и палеоэкологических данных для объектов, расположенных в различных природных зонах в условиях существования многолетнемерзлых пород.

Полученные Варварой Викторовной Ивановой результаты вносят существенный вклад в палеогеографию и палеоэкологию позднего неоплейстоцена Восточной Сибири. Разработанные автором инновационные технологии и методики применения геохимических данных для палеоклиматических реконструкций плейстоценовых отложений криолитозоны несомненно имеют методологическое и методическое значение. Они позволяют более детально реконструировать палеоклиматы и палеоландшафты прошлого.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации

Достоинства работы:

1. Мультидисциплинарность исследования. Диссертация охватывает очень широкий спектр данных при изучении разрезов четвертичных отложений, использование комплекса методов полевого и лабораторного анализов, радиоизотопного датирования
2. Четкая структура работы. Каждая глава и каждый крупный раздел диссертации завершается выводами, что придает законченность частям и всей работе в целом.
3. Достоверность полученных данных в диссертации основана на результатах полевых и аналитических исследований, подкреплена в работе многочисленными рисунками, графиками, таблицами, материалами предшествующих исследований.
4. Использование в работе большого количества литературных данных по четвертичной геологии Восточной Сибири, смежным наукам геологического, географического, геоморфологического, археологического профиля, геохимическим индексам.
5. Разработана методика идентификации подъемного фаунистического материала на основе закономерностей распределения лантаноидов.

По диссертации и автореферату имеются следующие замечания и пожелания:

1. Трудно согласиться с содержанием четвертого защищаемого положения о слабой изменчивости палеоэкологических индикаторов покровных отложений Восточной Сибири. Климатические и палеоклиматические условия этого обширного региона очень разнообразны. Кроме того, в позднем неоплейстоцене происходила неоднократная смена криохронов и термохронов, этапов увлажнения и аридизации. Спорным также является утверждение о существовании на этой территории в неоплейстоцене–голоцене открытых ландшафтов. В голоцене обширные области центральной и южной частей Восточной Сибири заняты таежными ландшафтами, что отражено на картах растительности и ландшафтов. В сартанское холодное время, согласно карте палеоландшафтов А.А. Величко (2011) на юге Сибири также большие площади занимали таежные леса.
2. В плейстоцене в Восточной Сибири в холодные эпохи (криохроны) одним из ведущих процессов рельефообразования в речных долинах, в которых сосредоточена основная часть разрезов континентальных отложений, были флювиальные (а не эоловые и склоновые как утверждает автор). Об этом свидетельствуют разрезы аллювиальных отложений речных террас Ангары, Енисея, Лены, Селенги и др. рек (Равский, 1972; Цейтлин, 1979; Базаров, 1986, Ямских, 1993; и др.).

3. Большинство изученных разрезов четвертичных отложений континентальной части Сибири приурочено к разновысотным и разновозрастным речным террасам. Террасы сложены осадками аллювиального и покровного генетического комплексов. Первые отражают гидродинамические условия водотоков, вторые более четко фиксируют палеоклиматические и палеоландшафтные изменения. Хотелось бы видеть в работе более четкое разделение отложений этих генетических комплексов и разных генетических типов отложений, сравнение петрохимических модулей и индексов, тетрадных эффектов и геохимических коэффициентов.

4. На юге Восточной Сибири в плейстоцене вряд ли был развит полярный покровный комплекс (с. 40 автореферата). Он, согласно определению А.И. Попова (1958), тяготеет к полярным странам. На юге Восточной Сибири в речных долинах и котловинах настоящее время развита островная и редкоостровная многолетняя мерзлота. В разрезах четвертичных отложений криогенные деформации встречаются локально и отражают наиболее суровые климатические условия. В теплые периоды плейстоцена (термохроны), температуры воздуха были выше современных, площади многолетнемерзлых пород меньше (Климаты..., 2010).

5. Использование в диссертации различных терминов плейстоцен, неоплейстоцен, поздний кайнозой, поздний неоплейстоцен, поздний плейстоцен. Было более правильно использовать понятия, опираясь на стратиграфическую схему четвертичных отложений РФ,

6. В работе используется большое количество различных геохимических индикаторов. Было бы целесообразно представить в диссертации таблицу используемых сокращений.

Указанное замечание не снижает ценность полученных результатов. Выводы и положения диссертации основаны на фактическом материале, работа проведена на высоком научном уровне. Тема диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.14 – геоморфология и палеогеография. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертационной работы. Результаты исследований В.В. Ивановой неоднократно докладывались на различных российских и международных конференциях, опубликованы в 58 работах, в том числе в 22 статьях из перечня ВАК РФ, хорошо известны научной общественности.

**Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным
Положением о присуждении ученых степеней**

Таким образом, диссертационная работа Ивановой Варвары Викторовны «Геохимические индикаторы палеоклиматических и палеоэкологических реконструкций криогенных ландшафтов (на примере опорных разрезов плейстоцена Восточной Сибири)» в которой выявлены закономерности накопления и диагенеза позднекайнозойских отложений, разработана система геохимических индикаторов, реконструированы палеоклиматические и палеоландшафтные условия равнинных и предгорных территорий криолитозоны Восточной Сибири в плейстоцене, удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении учёных степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора географических наук по специальности 1.6.14 - геоморфология и палеогеография.

Официальный оппонент

доктор географических наук по специальности 25.00.25 – геоморфология и эволюционная география, доцент, заведующий лабораторией лаборатория геологии мезозоя и кайнозоя Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук.

Адрес: 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128.

Интернет сайт организации – www.crust.irk.ru.

e-mail: log@crust.irk.ru

раб. тел.: (3952) 42–72–00

Рыжов Юрий Викторович

Я, Рыжов Юрий Викторович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«8» июня 2023 г.

ПОДПИСЬ

