Отзыв официального оппонента
кандидата географических наук, доцента Гренадеровой Анны Валентиновны
на диссертацию Шатунова Антона Евгеньевича
на тему «История лесных пожаров в Приенисейской Сибири в голоцене»,
представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.14 – Геоморфология и палеогеография

Диссертационная работа Шатунова А.Е. посвящена изучению пространственно-временных особенностей пожарного режима в пределах северной части Приенисейской Сибири (Эвенкийский и Туруханский районы Красноярского края) за последние 8000 лет. **Актуальность темы** обусловлена исключительно важной ролью, которую играют пожары в развитии лесных экосистем, являясь значимым экологическим фактором. Реконструкция пожарного режима, и сопоставление выявленных закономерностей с динамикой растительности имеет большое значение для понимания развития природной среды в условиях глобального изменения климата, что особенно актуально для внутриконтинентальных районов Средней Сибири, где современная пожарная обстановка характеризуется нарастающей активностью.

Структура работы отвечает поставленной цели и задачам. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Основной текст изложен на 161 странице, включает 74 рисунка и 9 таблиц. Список литературы содержит 204 наименования, в том числе 152 – на иностранном языке.

Во введении обсуждается актуальность работы и обосновывается выбор ключевых участков исследования, автор подчеркивает значимость изучения голоценовой истории лесных пожаров, в том числе для разработки эффективных стратегий управления и сохранения лесных и болотных экосистем в условиях разномасштабных климатических изменений и нарастающего антропогенного воздействия; сформулированы цель и задачи, перечислены методы исследования, положения, выносимые на защиту и научная новизна работы.

Глава 1 «Метод реконструкции палеопожаров на основе анализа макроскопических частиц угля в болотных и озерных отложениях» посвящена обобщению литературных данных по становлению методики анализа частиц макроугля начиная с 40-х годов прошлого века. В главе рассмотрена информация об эволюции представлений о факторах, определяющих пространственное распределение частиц угля от очага пожаров до седиментационных архивов, описаны критерии интерпретации данных в зависимости от размерных характеристик и формы частиц, представлены примеры внедрения автоматизированного подхода для учета угля в палеоархивах, и развитие статистических методов обработки результатов.

В главе 2 «Физико-географическая характеристика и история освоения территории исследования» диссертант подробно описывает географическое положение района исследования в целом и отдельно по каждому ключевому участку, включая характер рельефа, геологическое строение, климатические условия и особенности растительного покрова.

Требуется уточнение по таблице 2 «Климатические характеристики ключевых участков за период 1990 - 2020 гг. Для гроз – за период 1966 - 2021 гг.». В содержании таблицы отсутствует информация, относящаяся к грозовой активности. Необходимо пояснить, какие именно показатели отражают данные за 1966–2021 гг.

В подглаве 2.4 на основе анализа литературных источников, в которых на базе высокоразрешающих палеоэкологических данных выполнены, в том числе количественные рекострукции температуры воздуха и количества осадков, диссертантом описываются основные климатические изменения в Приенисейской Сибири и в сопредельных регионах в голоцене. Автор справедливо подчеркивает, что «бассейн р. Енисей относится к числу труднодоступных и слабо изученных территорий Сибири. Палеоэкологические исследования последних десятилетий были сфокусированы на Арктике, Западной Сибири и арктическом шельфе; внутриконтинентальные же районы (кроме плато Путорана) остаются в значительной степени не изученными, а палеогеографические реконструкции для бассейнов среднего и нижнего Енисея немногочисленны». Немногочислены, но они есть! Я бы посоветовала Антону Евгеньевичу принять во внимание имеющиеся для бассейна Енисея палеоэкологические реконструкции, полученные сотрудниками Института леса им.В.Н. Сукачева СО РАН, которые на основе палеоботанических методов изучали динамику растительного покрова и реконструировали климатические условия голоцена (Кошкаров, Кошкарова, 2003; Карпенко, 2006; Карпенко, Прокушкин, 2018, 2019; Карпенко и др., 2022).

Подглава 2.6 «Описание современной пожарной ситуации» выглядела бы более наглядно при сопровождении иллюстративным картографическим материалом.

В главе 3 «Методы исследования» приведено детальное описание методов, использованных диссертантом для палеогеографических реконструкций: анализ потерь при прокаливании, степень гумификации торфа, ботанический состав торфа, стандартная методика подсчета макрочастиц угля, методы статистической обработки полученных данных. Представленное описание разработанного метода автоматического подсчёта макроскопических частиц угля на базе анализа изображений отличается полнотой и ясностью. Автором выполнена значительная работа по подготовке серии тестовых образцов с частицами угля и их последующему анализу с применением методов обработки изображений. В предложенном подходе с использованием автоматического анализа достигнута высокая точность определения количества, геометрических характеристик и

морфотипов угольных частиц, что обеспечивает существенное ускорение выполнения анализа частиц макроугля. Код программы, написанный на языке R, доступен для использования, *что, несомненно, является значимым результатом проделанной работы и убедительно обосновывает третье защищаемое положение.*

В главе 4 «Результаты исследования и их обсуждение» детально изложены и наглядно проиллюстрированы результаты комплексного анализа по каждому болоту: выделены временные интервалы развития залежей, рассчитаны этапы усиления пожарной активности, дана характеристика локальных условий. На следующем этапе выполнено обобщение данных и реконструкция пожарного режима по каждому ключевому участку. Опираясь на имеющиеся для районов исследования спорово-пыльцевые диаграммы и полученные палеопожарные данные, диссертант оценил степень влияния частоты и площади пожаров на растительный покров, выявил связь между межпожарными интервалами и растительностью в разных локальных условиях. Представленный материал с высоким уровнем достоверности характеризует особенности пожарного режима на протяжении большей части голоцена для обширной части северной территории Приенисейской Сибири, и *убедительно обосновывает первое защищаемое положение.*

Замечание к главе 4 носят технический характер:

На рисунке 21 (с. 74) отсутствует пояснение к условным знакам, используемым на схеме «Морфотипы макрочастиц углей, %». При этом расшифровка данных обозначений приводится позднее – на рисунке 31 (с. 88). Такая последовательность подачи материала затрудняет восприятие иллюстрации и требует корректировки.

В оформлении таблиц выявлены отклонения от принятых правил: названия таблицы 6 (с. 63), таблицы 7 (с. 83) и таблицы 8 (с.105) приведены со строчной буквы.

Глава 5. «Пожары в Приенисейской Сибири в голоцене» включает описание особенностей лесных пожаров в целом для района исследования начиная с 8000 кал. л. н., а для ключевого участка Ванавара отражены тенденции начиная с 11 700 кал. л. н. По данным региональной интегральной z-оценки, диссертант выделяет пять этапов повышенной горимости биомассы: 11700–9700 кал. л. н., 7700–5700, 5000-4200, 2000–1000 кал. л.н., с 500 кал. л. н. до настоящего времени, и описывает их пространственно-временные закономерности в сравнении с смежными регионами Сибири и с Европой. Наибольшие скорости аккумуляции макрочастиц угля и самые высокие z-оценки характерны для ключевого участка Тура, что справедливо объясняется наибольшей степенью континентальности климата и спецификой орографии Центральной Эвенкии. Представленные графики демонстрируют, что характер связи между Приенисейской Сибирью и другими регионами существенно изменялся во времени, наиболее устойчивые и длительные положительные корреляции отмечаются для соседних североазиатских регионов – для Якутии и Западной Сибири, что

свидетельствует о значительной общности региональных факторов, определявших динамику исследуемого показателя, *и убедительно обосновывает первое и второе защищаемые положения*.

По главе 5 к диссертанту имеется вопрос: Чем обусловлено усиление пожарной активности на участке «Ванавара» в интервале 5700–5100 кал. л. н., если по данным большинства палеоархивов в бассейне Енисея в это время отмечалось повышение влагообеспеченности и период пониженной пожарной активности?

В заключении диссертант подводит итоги исследования, подчеркивает, что история лесных пожаров в Приенисейской Сибири в голоцене тесно связана с глобальными климатическими изменениями, а полученные данные восполняют имевшийся пробел в палеогеографических знаниях о развитии одного из ключевых регионов России и формируют основу для дальнейших межрегиональных сопоставлений.

Научная новизна полученных результатов. В рамках диссертационного исследования разработан и валидирован новый автоматизированный метод подсчета макрочастиц угля, позволяющий значительно ускорить процесс антракологического анализа и получать дополнительную информацию о морфологии частиц; впервые для обширной территории Приенисейской Сибири получена непрерывная, детально датированная реконструкция пожарных режимов на протяжении большей части голоцена (последние 8000 лет), существенно восполняющая существовавший пробел; выявлены основные этапы и региональные особенности динамики пожаров, а также установлена их связь с климатическими изменениями, выявлено, что повышение пожарной активности приходится на периоды 7700-5700, 5100-4200, 2000-1000 кал.л.н. и в течение последних 500 лет; выделены выраженные региональные различия в параметрах пожарного режима, отмечено, что максимальные значения частоты пожаров и скоростей накопления макрочастиц угля приходятся на ключевой разрез Тура (Центральная Эвенкия), для которого, кроме того, установлен дополнительный этап усиления пожарной активности в интервале 3700–2700 кал. л. н., не отмеченный на других изученных участках.

Выявленные закономерности и циклы пожарной активности в Приенисейской Сибири представляют существенную ценность для построения долгосрочных прогнозов пожарных рисков в регионе с учётом наблюдаемых изменений климата.

Надежность полученных результатов подтверждается большим объемом фактического материала (проанализировано 2878 образцов из 11 разрезов, которые обеспечены адекватными возрастными моделями на основе 88 радиоуглеродных дат), комплексным характером проведенного исследования (анализ макроугля, анализ потери при прокаливании, определение степени гумификации торфа, ботанический анализ торфа) с применением статистических методов анализа (вейвлет-анализ, анализ

главных компонент, z-оценка). Достоверность и обоснованность исследования подтверждается серьезной апробацией результатов работы: многочисленные выступления автора на всероссийских и международных конференциях, а также публикациями в рецензируемых научных изданиях.

Анализ диссертации, автореферата и публикаций автора позволяет заключить, что исследование выполнено соискателем самостоятельно, диссертация подготовлена на высоком научном уровне с применением современных методов исследования и цифровых технологий, отличается внутренним единством и содержит научные результаты, выносимые на защиту. Диссертационное исследование Шатунова Антона Евгеньевича является законченным научным трудом, имеющим теоретическое и практическое значение. Опубликованные работы в достаточной степени отражают основные результаты, полученные автором диссертации. Работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата географических наук согласно пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842). Автор диссертации, Шатунов Антон Евгеньевич, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.14 - Геоморфология и палеогеография.

Сведения об официальном оппоненте:
Гренадерова Анна Валентиновна
кандидат географических наук (25.00.23 – физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов), доцент,
доцент кафедры экологии и природопользования Института экологии и географии Федерального государственного автономногое образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет»
Адрес: 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79.
Интернет сайт: https://sfu.ru/ru
e-mail: grenaderova-anna@mail.ru
раб. тел.+7 (391) 206-21-34

Я, Гренадерова Анна Валентиновна, даю согласие на включение своих персональных данных в диссертационное дело соискателя Шатунова А.Е., и их дальнейшую обработку.

«3» февраля 2026 г. Гренадерова А.В.

ФГАОУ ВО СФУ
Заверяю
03 2026 г.