



РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А.И. ГЕРЦЕНА
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОГРАФИИ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ РАН
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИИ И ЭВОЛЮЦИИ ИМ. А.Н. СЕВЕРЦОВА РАН
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ УРАЛЬСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Динамика экосистем в голоцене

Сборник статей VI всероссийской научной конференции
(с международным участием)
17-21 октября 2022 года

Санкт-Петербург
2022

УДК 911.5
ББК 20/26/28/63.4

Ответственные редакторы:
Д.А. Субетто

Редакционная коллегия:
*А.Б. Савинецкий, Е.Ю. Новенко, Н.Е. Зарецкая, Н.В. Соколова, В.В. Брылкин, И.М. Греков,
Л.С. Сырых, Ю.А. Кублицкий, П.А. Леонтьев*

Техническое редактирование:
Н.В. Соколова, В.В. Брылкин, А.В. Пронина, А.А. Тюрина

Динамика экосистем в голоцене. Сборник статей по материалам всероссийской научной конференции, Санкт-Петербург, 17-21 октября 2022 года / Отв. ред. Д.А. Субетто, – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2022. – 516 с.

Dynamics of ecosystems in the Holocene. Proceedings of the All-Russian Scientific Conference, St. Petersburg, October 17-21, 2022/ by ed. D.A. Subetto, – St. Petersburg: Publ. house of Herzen State Pedagogical University of Russia, 2022. – 516 p.

В настоящем сборнике представлены материалы «VI всероссийской научной конференции (с международным участием) «**Динамика экосистем в голоцене**», которая состоялась 17-21 октября 2022 года в РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург. Тематика работ охватывает широкий круг вопросов, связанных с палеогеографией голоцена. Представленные доклады разделены на 4 основных направления: динамика морских, пресноводных и наземных экосистем, ландшафтно-климатические изменения, природные катастрофы в голоцене, человек и динамика экосистем.

Сборник адресован широкому кругу специалистов в области палеогеографии, четвертичной геологии, микропалеонтологии, палеоэкологии, а также студентам и аспирантам вузов соответствующих специальностей.

Материалы публикуются в авторской редакции

Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена

© Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2022

© Авторы статей, 2022

ПРИМЕНЕНИЕ КОСМОГЕННОГО ДАТИРОВАНИЯ В ИЗУЧЕНИИ ГОЛОЦЕНА

¹М.С. Лукьянычева, ^{1,2}Р.Н. Курбанов

¹*Институт географии РАН, г. Москва, mashluk95@igras.ru*

²*МГУ им М.В. Ломоносова, г. Москва, kurbanov@igras.ru*

COSMOGENIC DATING APPLICATION IN HOLOCENE STUDIES

¹M.L. Lukyanycheva, ^{1,2}R.N. Kurbanov

¹*Institute of Geography RAS, Moscow, mashluk95@igras.ru*

²*Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Moscow, kurbanov@igras.ru*

Аннотация.

В последние десятилетия датирование поверхностной экспозиции с использованием космогенных нуклидов стало мощным инструментом в четвертичной геохронологии и исследованиях эволюции ландшафтов. Путем измерения концентрации радионуклидов могут быть датированы формы рельефа возрастом от нескольких сотен лет до нескольких миллионов лет. Области применения метода охватывают широкий спектр геоморфологических проблем и задач при изучении четвертичного периода. Методика космогенного датирования позволяет определять время различных палеогеографических событий (как длительность экспонирования материала, так и время, прошедшее с погребения отложений), таким образом, давая возможность реконструировать время как аккумулятивных, так и денудационных событий геологической летописи.

Ключевые слова: наземные космогенные радионуклиды, палеогеография, абсолютное датирование, ¹⁰Be, четвертичная геохронология

В современном мире все большее значение приобретают исследования палеогеографических событий с применением метода датирования по наземным космогенным радионуклидам (НКР). Наиболее популярным направлением использования метода является определение возраста различных ледниковых событий, путем датирования морен. В последнее время методические разработки позволили создавать хронологии для высокоамплитудных и сложных историй динамики ледниковых событий горных регионов.

НКР накапливаются в минералах горных пород, подвергшихся воздействию космических лучей [1]. Источником производства НКР является галактическое космическое излучение, состоящее в основном из нуклонов высоких энергий – протонов и альфа-частиц, которые обладают достаточной энергией для участия в процессах ядерных распадов в верхних слоях атмосферы. Взаимодействие частиц этого излучения с ядрами атомов атмосферы Земли приводят к образованию каскада новых частиц и реакций. Частицы и излучение, формирующиеся в результате начальных взаимодействий, образуют то, что традиционно называют «вторичным

излучением», которое, в конечном итоге, достигает земной поверхности. Производство НКР происходит под действием реакции расщепления (спалляции) – это процесс с высокой падающей энергией, при котором нейтрон (или другой нуклон) сталкивается с ядром-мишенью (например, атомом кремния) и отрывает от него несколько (обычно 3-10) более легких частиц, а из остатка формируется ядро нового элемента (например, ^{21}Ne) (рис.1). Измерение концентрации НКР позволяет определить, как долго отложения и горные породы находились на поверхности Земли или вблизи нее [3]. В настоящее время наиболее используемыми нуклидами являются радионуклиды ^{10}Be , ^{14}C , ^{26}Al , ^{36}Cl и стабильные инертные газы ^3He и ^{21}Ne . Для наиболее применяемых наземных космогенных радионуклидов (РНК), например ^{10}Be , ^{26}Al , темпы производства в различных минералах (в первую очередь в кварце) определены с высокой точностью.

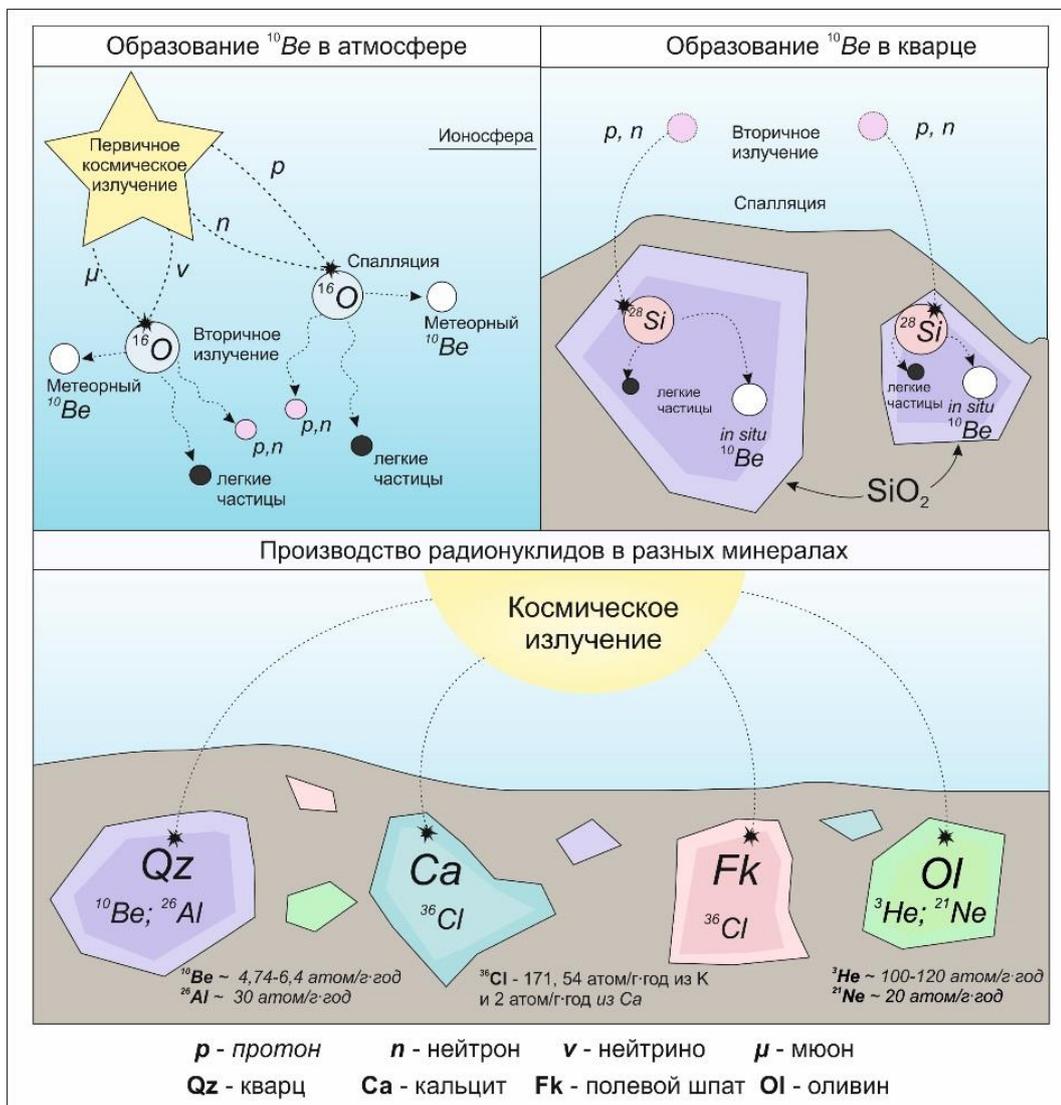


Рис.1. Обобщенная схема процессов формирования НКР

Таким образом, знание скорости производства и измерение содержания выбранного НКР позволяет определять продолжительность воздействия космического излучения на образец, что в итоге дает возможность датировать поверхностное воздействие на горные породы практически любого состава и на любой широте и высоте [3].

Области применения космогенного датирования

Из-за большого разнообразия доступных радионуклидов и ряда минералов, в которых их можно измерить, открывается возможность решения широкого спектра геохронологических задач. При изучении голоцена применение метода датирования по НКР особо актуально для определения момента экспозиции, т.е. событий, приводящих к обнажению скальной поверхности, либо горных пород. В современной практике геологических исследований метод используется для получения датировок обвальных глыб, моренных гряд и отдельных валунов, поверхностей ледниковой экзарации, конусов выноса, селевых выбросов, стенок каньонов, абразионных клифов, древних вулканических поверхностей, сейсмотектонических уступов, импактных кратеров.

Наиболее широко космогенное датирование применяется в восстановлении ледниковой истории голоцена. Космогенные нуклиды обладают уникальной характеристикой, поскольку они могут быть использованы для выяснения фундаментальной информации о термическом режиме древних ледяных щитов. Непосредственным плюсом применения космогенного датирования в изучении ледниковых событий, является возможность определения возраста поверхности горных пород и отложений различного генезиса напрямую [2]. Это значительное преимущество перед другими методами, где определение возраста отложений и форм рельефа производится косвенным путем. При восстановлении хронологии ледниковых событий в научном обществе преимущество отдают ^{10}Be . Однако применение этого радионуклида имеет смысл для датирования более древних плейстоценовых ледниковых хронологий [3]. Для голоцена все большее применение находит радионуклид *in-situ* ^{14}C , который образуется в кристаллической решетке минералов и подходит для изучения процессов на земной поверхности в течение последних 30 000 лет [4]. Ввиду высокой скорости производства и короткого периода полураспада *in-situ* ^{14}C достигает насыщения в породе быстрее, чем другие наземные космогенные нуклиды, что делает его полезным для характеристики средних скоростей эрозии в краткосрочной

перспективе, а также в датировании этапов последней дегляциации и определения возраста коротких событий. В ходе доклада нами будут показаны примеры успешного применения этого НКР в определении хронологии и динамики площади оледенения в голоцене.

Благодарности: исследование выполнено при поддержке проекта РФФ 19-77-10077.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вагнер Г. А. Научные методы датирования в геологии, археологии и истории. М.: Техносфера, 2006.
2. Ivy-Ochs S., Kober F. Surface exposure dating with cosmogenic nuclides. *E&G Quaternary Science Journal*, 2008. Т. 57. №. 1/2. P. 179-209.
3. Gosse J.C. et al. Terrestrial in situ cosmogenic nuclides: theory and application. *Quaternary Science Reviews*, 2001. Т. 20. №. 14. P. 1475-1560.
4. Sanhueza-Pino K. et al. Glacial advances constrained by ^{10}Be exposure dating of bedrock landslides, Kyrgyz Tien Shan. *Quaternary Research*, 2011. Т. 76. №. 3. P. 295-304.

S u m m a r y.

In recent decades, surface exposure dating using cosmogenic radionuclides has become a powerful tool in Quaternary geochronology and landscape evolution studies. By measuring the radionuclide concentration, landforms dynamics in age from a few hundred years to tens of millions years can be dated. The method application areas cover a wide range of geomorphological problems and Quaternary geology. Cosmogenic dating technique allows determining the time of various palaeogeographic events: exposure moment, as well as the duration of the deposits burial. Thus, cosmogenic dating makes it possible to determine the time of both accumulative and erosional events in the geological record.

ДИНАМИКА РУСЛОВОЙ СЕТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ДЕЛЬТЫ Р. ВОЛГИ В КОНТЕКСТЕ СУЩЕСТВОВАНИЯ СЕМИБУГОРИНСКОГО АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

¹Р.Р. Макшаев, ¹Е.Н. Бадюкова, ¹Е.Ю. Матлахова, ¹Д.М. Лобачева,

¹Е.И. Лысенко, ¹А.А. Бердникова, ²С.А. Котеньков, ³Д.С. Соловьев

¹*МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, radikm1986@mail.ru*

²*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Астрахань*

³*ООО «Археоцентр», Астрахань*

DYNAMICS OF THE CHANNEL NETWORK OF THE CENTRAL PART OF THE VOLGA DELTA IN THE CONTEXT OF THE EXISTENCE OF THE SEMIBUGRY ARCHAEOLOGICAL SITE

¹R.R. Makshaev, ¹E.N. Badyukova, ¹E.Yu. Matlakhova, ¹D.M. Lobacheva,

¹E.I. Lysenko, ¹A.A. Berdnikova, ²S.A. Kotenkov, ³D.S. Soloviev

¹*Lomonosov Moscow State University, Moscow*

²*Shirshov Institute of Oceanology RAS, Astrakhan*

³*LLC Archeocentr, Astrakhan*