

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт фундаментальной биологии и биотехнологии
Кафедра биофизики

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

В. А. Кратасюк

«_____» _____ 2021 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

**Датировка слоёв кернов донных отложений реки Енисей:
происхождение аномальной активности ^{137}Cs**

03.04.02. Физика
03.04.02.01 Биофизика

Научный
руководитель _____ с.н.с., канд. биол. наук, доц. Т. А. Зотина
подпись, дата

Научный
консультант _____ с.н.с., канд. биол. наук Д. В. Дементьев
подпись, дата

Выпускник _____ В. И. Вахрушев
подпись, дата

Рецензент _____ м.н.с., канд. биол. наук В. В. Зыков
подпись, дата

Красноярск 2021

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Датировка слоёв кернов донных отложений реки Енисей: происхождение аномальной активности ^{137}Cs » содержит 53 страницы текстового документа, 23 использованных источника и 12 листов графического материала.

РАДИОИЗОТОПНОЕ ДАТИРОВАНИЕ, ДОННОЕ ОТЛОЖЕНИЕ, КЕРН, РАДИОНУКЛИД, ЕНИСЕЙ, РЕКА, ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ХРОНОЛОГИЯ, ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИЯ, ЦЕЗИЙ.

Объект исследования – пойма реки Енисей в 30-км зоне ГХК.

Предмет исследования – техногенные радионуклиды в донных отложениях реки Енисей.

Цель работы – определение времени формирования слоёв с аномальным содержанием ^{137}Cs в кернах донных отложений р. Енисей, отобранных на разном расстоянии по течению реки от сбросов ГХК.

Задачи работы: 1) анализ вертикального распределения радионуклидов в отобранных кернах донных отложений поймы р. Енисей по результатам γ -спектрометрического анализа; 2) определение скорости седиментации для участка р. Енисей вблизи с. Балчуг разными методами; 3) расчёт хронологии поступления ^{137}Cs в донные отложения р. Енисей, определение времени происхождения слоёв с аномальным содержанием ^{137}Cs , в том числе сравнение полученных результатов анализа с известными литературными данными.

В результате данной работы построено распределение техногенных радионуклидов ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{152}Eu , а также отношения техногенных радионуклидов $^{137}\text{Cs}/^{152}\text{Eu}$ и $^{137}\text{Cs}/^{60}\text{Co}$, на основании чего рассчитана скорость седиментации разными методами и рассчитана хронология поступления аномального ^{137}Cs в донные отложения р. Енисей по течению вблизи сбросов ГХК у с. Балчуг. Сопоставление полученных нами изотопных соотношений с литературными данными, а также проведённая датировка отобранных нами кернов с использованием методов отношения радионуклидов $^{137}\text{Cs}/^{60}\text{Co}$ и неравновесного ^{210}Pb показала, что аномальные слои образовались в результате экстремальных паводков в 1966 и 1988 гг..

Изъято в связи с авторскими правами с 3 по 47 стр.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведён анализ вертикального распределения техногенных радионуклидов в 6 кернах ДО поймы вблизи с. Балчуг в зоне влияния ГХК. Вертикальное распределение ^{60}Co и ^{152}Eu в 5 кернах ДО, отобранных в районе водных сбросов ГХК, совпадают. Максимальное содержание техногенных ^{60}Co и ^{152}Eu в кернах К1, К4-К6 ДО зарегистрировано в поверхностных слоях и достигает 120 Бк/кг для ^{60}Co и 170 Бк/кг для ^{152}Eu . Высокое содержание ^{60}Co и ^{152}Eu в поверхностных слоях ДО (0-10 см) и их уменьшение с глубиной до величин на уровне предела обнаружения указывает на непрерывное поступление этих изотопов. Исключением является керн К3, где был обнаружен ^{60}Co с максимумом 60 Бк/кг на глубине 30-35 см и изотоп ^{152}Eu с максимумом 290 Бк/кг на глубине 40-50 см, что обусловлено одномоментным крупным поступлением радионуклида.

В отличие от ^{60}Co и ^{152}Eu , максимумы которых в основном присутствуют только в поверхностных слоях кернов ДО, пики ^{137}Cs в диапазоне 2,2-16,7 кБк/кг, расположены на разных глубинах 5 кернов ДО, подверженных водным сбросам с правой стороны р. Енисей. Максимумы активностей ^{137}Cs определены в диапазоне 2,2-4,2 кБк/кг и зафиксированы в глубине кернов К3, К5 и К6 ДО. Керны К1 и К4 имели максимумы 7,4 и 16,7 кБк/кг в верхних слоях глубиной 10-20 см и 5-15 см, что объясняется расположением точек отбора в пойме реки на редко затапливаемых участках.

По изотопным соотношениям $^{137}\text{Cs}/^{60}\text{Co}$, $^{137}\text{Cs}/^{152}\text{Eu}$ и неравновесному $^{210}\text{Pb}_{\text{нр}}$ были определены скорости осадконакопления на исследованном участке реки Енисей. По методу неравновесного $^{210}\text{Pb}_{\text{нр}}$ и отношения $^{137}\text{Cs}/^{60}\text{Co}$ скорости осадконакопления совпали и составили $V = 1,0 \pm 0,1$ см/год. Скорость осадконакопления, рассчитанная по отношению $^{137}\text{Cs}/^{152}\text{Eu}$, не превышала $0,27 \pm 0,07$ см/год, что оказалось ниже скорости, рассчитанной по изотопному отношению $^{137}\text{Cs}/^{60}\text{Co}$, и объясняется повышенной миграционной способностью изотопа ^{152}Eu .

Анализ изотопных соотношений $^{137}\text{Cs}/^{60}\text{Co}$ и $^{137}\text{Cs}/^{152}\text{Eu}$ в аномальных слоях ДО р. Енисей, отобранных вблизи с. Балчуг в зоне влияния ГХК, показал, что значения отношений для кернов К1, К4-К6 соответствуют значениям отношений для радиоактивной аномалии береговой зоны г. Енисейска. Такое соответствие результатов позволяет отнести время образования слоёв с аномальным содержанием ^{137}Cs к паводку 1966 года, что подтверждается проведённой нами датировкой по скорости осадконакопления. Рассчитанная хронология поступления ^{137}Cs для керна К3 относится к другому экстремальному паводку 1988 года.

При новых экстремальных паводках возможен перенос радиоактивных ДО и вынос их с глубины на поверхность. Поэтому выявление участков аномального радиоактивного загрязнения поймы реки Енисей позволит оценивать в будущем масштаб перераспределения радиоактивных ДО по течению реки.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АЭС — атомная электростанция;
- ГХК — Горно-химический комбинат;
- ДО — донные отложения;
- ЧАЭС — Чернобыльская атомная электростанция.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сухоруков Ф.В. [и др.] Закономерности распределения и миграции радионуклидов в долине реки Енисей / под ред. Шабанова В.Ф., Дегерменджи А.Г // Новосибирск, 2004 – 286 с.;
2. Johnson-Pyrtle A. [et al.] Cs-137 distribution and geochemistry of Lena River (Siberia) drainage basin lake sediments // Science of the total environment, 2000 – Vol. 255, Is. 1-3, p. 145-159;
3. Sobakin P.I. [et al.] Geographical Features of Pollution of the Territory of Yakutia With Cesium-137 // Geography and natural resources, 2019 – Vol. 40, Is. 2, p. 151-161;
4. Melgunov M.S. [et al.] Fallout traces of the Fukushima NPP accident in southern West Siberia (Novosibirsk, Russia) // Environmental science and pollution research, 2012 – Vol. 19, Is. 4, p. 1323-1325;
5. Bolsunovsky, A., Dementyev, D. Evidence of the radioactive fallout in the center of Asia (Russia) following the Fukushima Nuclear Accident // Journal of environmental radioactivity, 2011 – Vol. 102, Is. 11, p. 1062-1064;
6. Бабкин В.И. О регулировании речного стока в XXI веке // Москва, 2018 – 215 с.;
7. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2014 году». Раздел 5. Радиационная обстановка. // Красноярск, Министерство природных ресурсов и экологии Красноярского края, 2015 – с.66-88;
8. Klemt E. [et al.] Radionuclides in sediments of the Aare and Rhine river system: Fallouts, discharges, depth-age relations, mass accumulation rates and transport along the river // Journal of Environmental Radioactivity, 2021 – Vol. 232, № 106584;
9. Wang J. [et al.] Reconstruction of temporal variations of metal concentrations using radiochronology ($^{239+240}\text{Pu}$ and ^{137}Cs) in sediments from Kizilirmak River, Turkey // Journal of Paleolimnology, 2021 – Vol. 65, Is. 1, p. 137-149;

10. Li W. [et al.] A review of current and emerging approaches for Quaternary marine sediment dating // *Science of the Total Environment*, 2021 – Vol. 780, № 146522;
11. Zhang K. [et al.] Migration path and isotope tracing of ^{137}Cs and $^{239+240}\text{Pu}$ in estuary sediments: a case study of Liao River estuary in China // *Journal of Soils and Sediments*, 2019 – Vol. 19, p. 491-500;
12. Карелин В.А. Идентификация радионуклидов методом γ -спектрометрии: методические указания к лабораторной работе // Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2012 – 25 с.;
13. Du P., Walling D.E. Using ^{210}Pb measurements to estimate sedimentation rates on river floodplains // *Journal of Environmental Radioactivity*, 2012 – Vol.103, p. 59-75;
14. Putyrskaya V. [et al.] Dating of recent sediments from Lago Maggiore and Lago di Lugano (Switzerland/Italy) using ^{137}Cs and ^{210}Pb // *Journal of Environmental Radioactivity*, 2020 – Vol.212, № 106135;
15. Yeager K.M. [et al.] Sediment accumulation and mixing in the Penobscot River and estuary, Maine // *Science of The Total Environment*, 2018 – Vol.635, p. 228-239;
16. Li H. [et al.] The periodic response of tidal flat sediments to runoff variation of upstream main river: A case study in the Liaohe estuary wetland, China // *Water (Switzerland)*, 2020 – Vol. 12, Is. 1, № 61;
17. He Q., Walling D.E. Use of fallout Pb-210 measurements to investigate longer-term rates and patterns of overbank sediment deposition on the floodplains of lowland rivers // *Earth Surface Processes and Landforms*, 1996 – Vol. 21, Is. 2, № 141-154;
18. Abril, J.M. Multimodal-TERESA, a ^{210}Pb -based radiometric dating model for recent sediments under largely varying rates of supply // *Quaternary Geochronology*, 2020 – Vol. 55, № 101032;

19. Cheng Z. [et al.] Reconstruction of sedimentation changes under anthropogenic influence in a medium-scale estuary based on a decadal chronological framework // *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2019 – Vol. 227, № 106295;

20. Bolsunovsky A. Artificial radionuclides in sediment of the Yenisei River // *Chemistry and Ecology*, 2010 – Vol. 26, Is. 6, p. 401-409;

21. Бушуев А.В., Петрова Е.В., Кожин А.Ф. Практическая гамма-спектрометрия: учебное пособие // Москва: МИФИ, 2006 – 124 с.;

22. Bolsunovsky A. Radionuclide speciation in sediments of the Yenisei River // *Radioprotection*, 2011 – Vol. 46, № 6, p. 195-198;

23. Болсуновский А.Я., Дементьев Д.В., Вахрушев В.И. Масштабный перенос техногенных радионуклидов по течению реки Енисей во время экстремального паводка 1966 года // *Доклады Академии Наук*, 2021 – Том 498, № 2, с. 189-194.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт фундаментальной биологии и биотехнологии
Кафедра биофизики

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 В. А. Кратасюк
подпись

«16» июня 2021 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Датировка слоёв кернов донных отложений реки Енисей:
происхождение аномальной активности ^{137}Cs

03.04.02. Физика

03.04.02.01 Биофизика

Научный

руководитель



16.06.2021 г. н.с., канд. биол. наук, доц.

Т. А. Зотина

подпись, дата

Научный

консультант

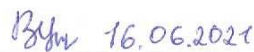


16.06.2021 г. н.с., канд. биол. наук

Д. В. Дементьев

подпись, дата

Выпускник



16.06.2021 г.

В. И. Вахрушев

Рецензент



16.06.2021 г. н.с., канд. биол. наук

В. В. Зыков

Красноярск 2021