ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. А.И. ГЕРЦЕНА»

Грантодатель:
Всероссийская общественная организация “Русское географическое общество”
ДОГОВОР № 44/2022-И

ОТЧЁТ ПО ПРОЕКТУ НА ТЕМУ:

РЕКОНСТРУКЦИЯ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ПСКОВСКО-ЧУДСКОГО ОЗЕРА В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ

Руководитель:
Кублицкий Юрий Анатольевич

Участники:
Греков Иван Михайлович
Кошелева Елена Альбертовна
Леонтьев Пётр Александрович
Орлов Александр Владимирович
Соколова Наталья Викторовна
Тюрина Анна Андреевна

Санкт-Петербург, 2023

Ключевые слова: *Псковско-Чудское озеро, палеолимнология, донные отложения, потери при прокаливании, радиоуглеродное датирование, гранулометрический анализ, диатомовый анализ, палинология, биохимия*



Рис. 1 - Отбор проб донных отложений со льда - фото авторов



Рис. 2 - Мотобуксировщик Тофалар 500 для перевозки оборудования по льду и снегу - фото авторов



Рис. 3 - Процесс литологического описания керна - фото авторов

Целью настоящего исследования является **получение новых данных об изменении уровня Псковско-Чудского озера в позднем плейстоцене и голоцене.**

Объектом исследования является **озеро Псковско-Чудское, заливы Желченский, Раскопельский, Лахта и озеро Владычное.**

Для этого решались следующие основные задачи:

- **выполнить обзор палеогеографической изученности региона**
- **выполнить отбор проб донных отложений;**
- **выполнить лабораторную обработку донных отложений;**
- **выполнить интерпретацию результатов, полученных при проведении лабораторных анализов;**
- **построить реконструкцию изменения уровня воды Псковско-Чудского озера.**

Исследования истории крупных водоемов в условиях современных климатических изменений проводятся во многих странах Мира, в том числе и в России, однако о палеогеографии Псковско-Чудского озера известно достаточно мало. Изучение изменения его уровней в прошлом может помочь в понимании процессов функционирования гидрографической сети региона и в составлении соответствующих прогнозов. Результаты исследований могут быть полезны не только геологам и палеогеографам, но историкам и археологам, учитывая значимость озера в истории России..

Местоположение ключевых участков исследования



Рис. 4. **1** – озеро Владычное, **2** – залив Раскопельский, **3** – залив Лахта, **4** – озеро Чудское (данные эстонских исследователей); **5, 6** – залив Желченский, точки 1 и 17 (научный задел исполнителей, отобранный при поддержке ЦПИ РГО в 2021 году)

КЛЮЧЕВЫЕ МЕТОДЫ

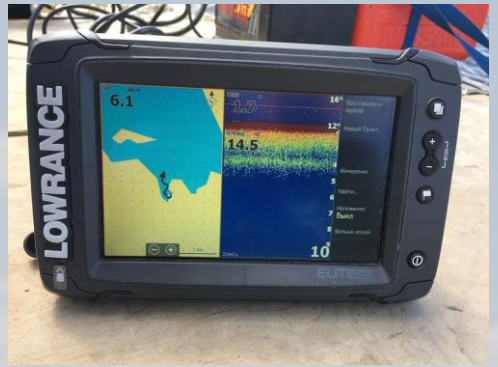


Рис. 4 - Эхолот Lowrance Elite-9 Ti2 для проведения батиметрической съёмки - фото авторов



Рис. 5 - Муфельная печь для



Рис. 6 - Донные отложения из Желченского залива Чудского озера - фото авторов

- ***литологический анализ***
- ***батиметрическая съёмка***
- ***отбор проб донных отложений***
- ***анализ потерь массы при прокаливании*** *(определение содержания органического и карбонатного вещества)*
- ***гранулометрический анализ***
- ***элементный анализ (C, N)***
- ***споро-пыльцевой анализ***
- ***диатомовый анализ***
- ***геохронологический анализ***



Рис. 7 - Процесс литологического описания керна



Рис. 8 - Специально оборудованный плот - катамаран с вёслами и мотором, с которого был осуществлён пробоотбор



Рис. 9 - Процесс просушивания образцов в сушильном шкафу



Рис. 10 - Процесс перетирания образцов пестиком в ступке



Рис. 11 - Процесс помещения тиглей в эксикатор



Рис. 12 - Размещение тиглей в муфельной печи

Радиоуглеродный *анализ выполнен в лаборатории «Геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана» СПбГУ.*
Элементный *(биохимический) (C, N) анализ проведён в НОЦ «Геоэкология и морское природопользование» БФУ им. И. Канта.*
Диатомовый *и* ***палинологический*** *анализы выполнены во ВСЕГЕИ в лаборатории «Четвертичной микропалеонтологии».*



Рис. 13 - Лазерный анализатор частиц “Ласка”



Рис. 14 - Пробирки с образцами кернов для гранулометрического анализа

Определение содержания органического и карбонатного вещества (потерь массы при прокаливании) и **гранулометрический анализ** проведены в Научно-исследовательской лаборатории “Рационального природопользования” РГПУ им. А. И. Герцена.



Рис. 15 - Процесс перемешивания образца в пробирке на “Мешалке”

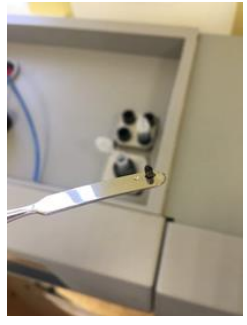


Рис. 16 - Магнит на магнитной палочке для перемешивания образца



Рис. 17 - Забор первой части образца из мешалки для гранулометрического анализа

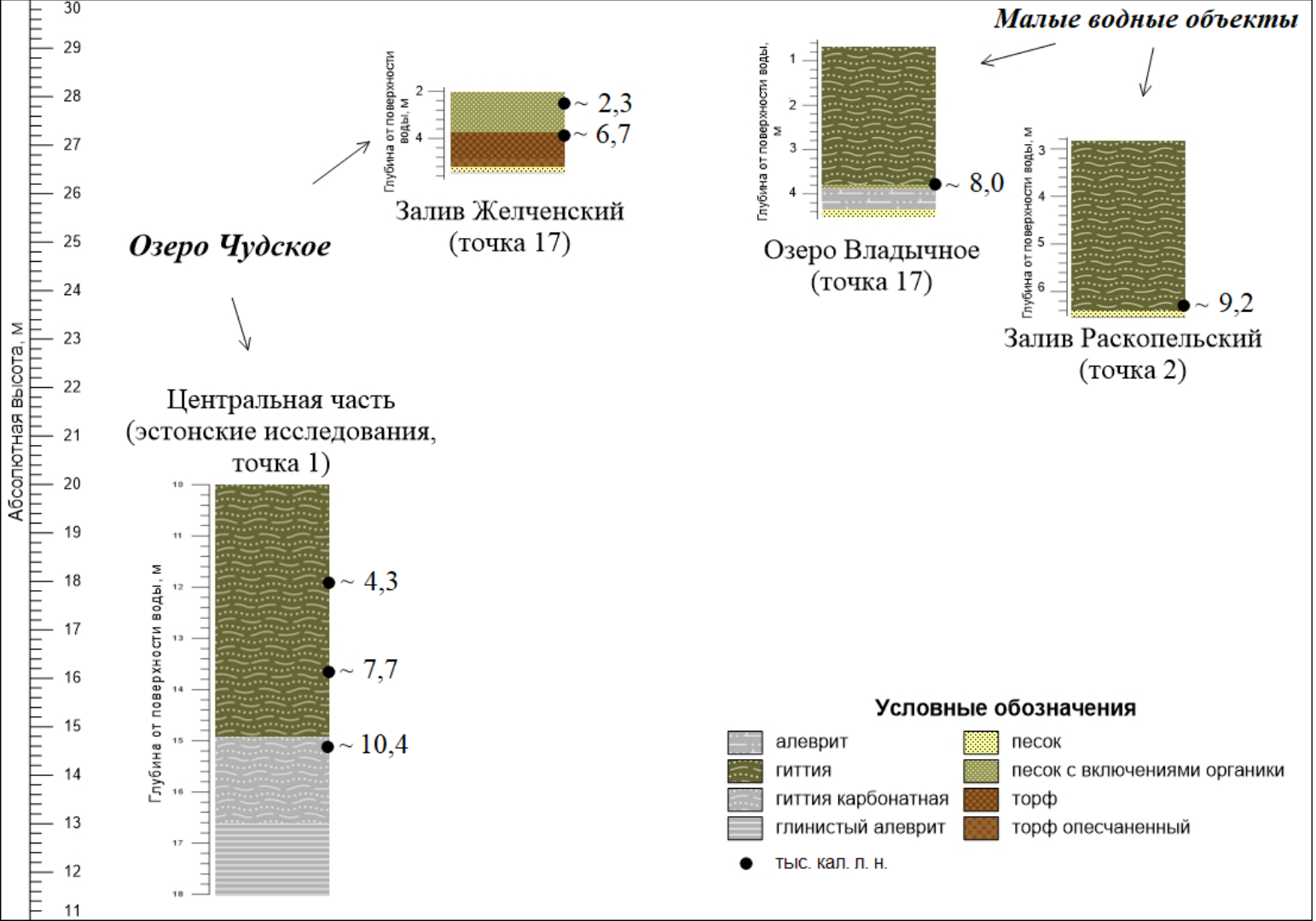


Рис. 18 - Схема литологии разрезов донных отложений с учетом абсолютных высот и результаты радиоуглеродного датирования. Составлено по данным авторов и [*]

* - Punning J.-M., Kapanen G., Hang T., Davydova N., Kangur M. Changes in the water level of Lake Peipsi and their reflection in a sediment core. February 2008 - Hydrobiologia (2008) 599:97-104. In book: European Large Lakes Ecosystem changes and their ecological and socioeconomic impacts (pp.97-104). DOI: 10.1007/978-1-4020-8379-2_11

Залив Лахта

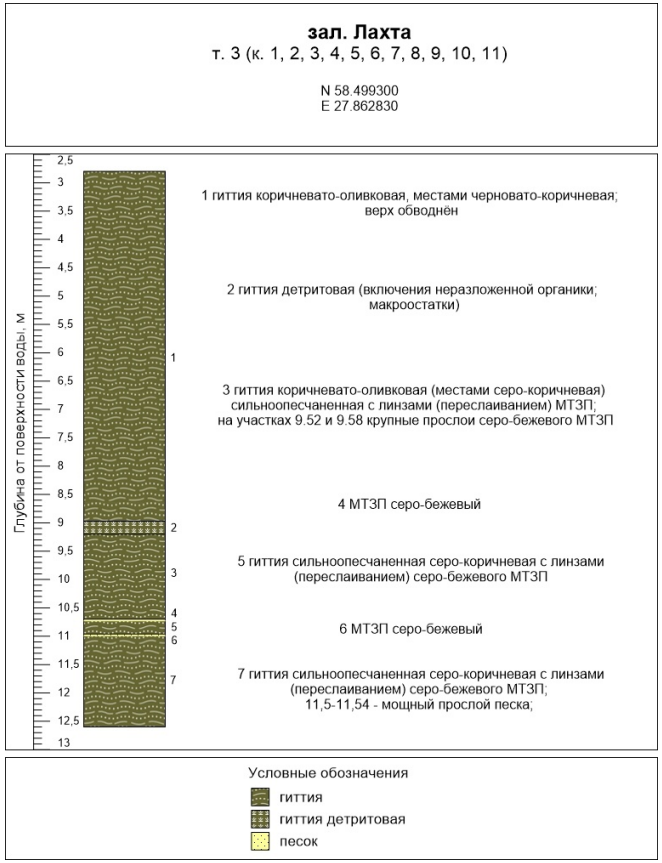


Рис. 19 - Литологическое описание донных отложений залива Лахта

Результаты радиосвинцового анализа показывают, что время накопления поверхностных отложений с интервала 281-284 по 311-312 составило 113,1 лет (±6,6 лет). Таким образом, скорость осадконакопления этого интервала составляет 2,6 мм/год (±0,2 мм/год).

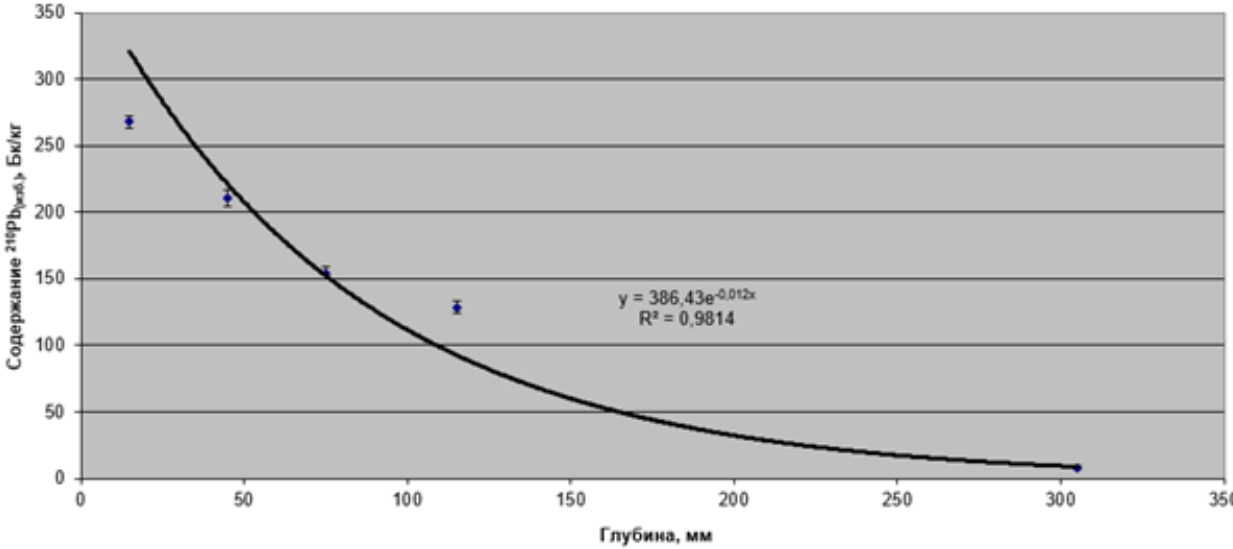


Рис. 20 - Кривая, отображающую распределение свинца с глубиной в колонке донных отложений залива Лахта

Озеро Владычное, залив Раскопельский

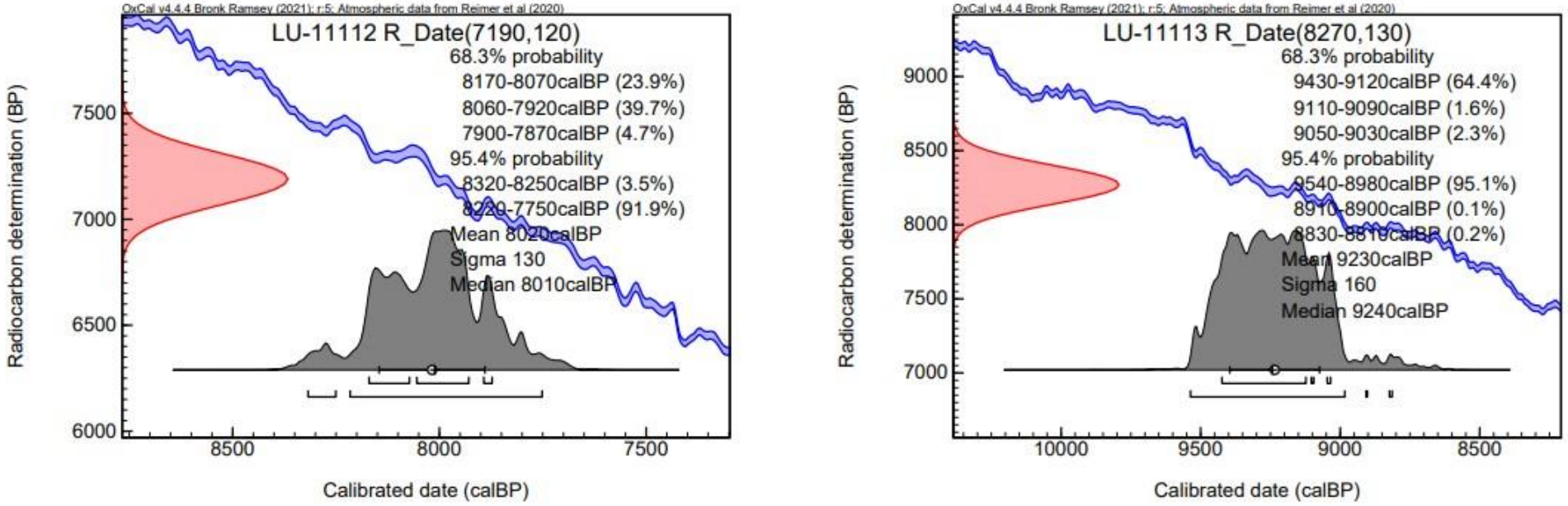


Рис. 21 - Калибровочные кривые радиоуглеродного возраста: слева – образец с оз. Владычное, справа – образец с залива Раскопельский.

Установлено, что накопление озерых отложений началось с разницей в 1230 лет.

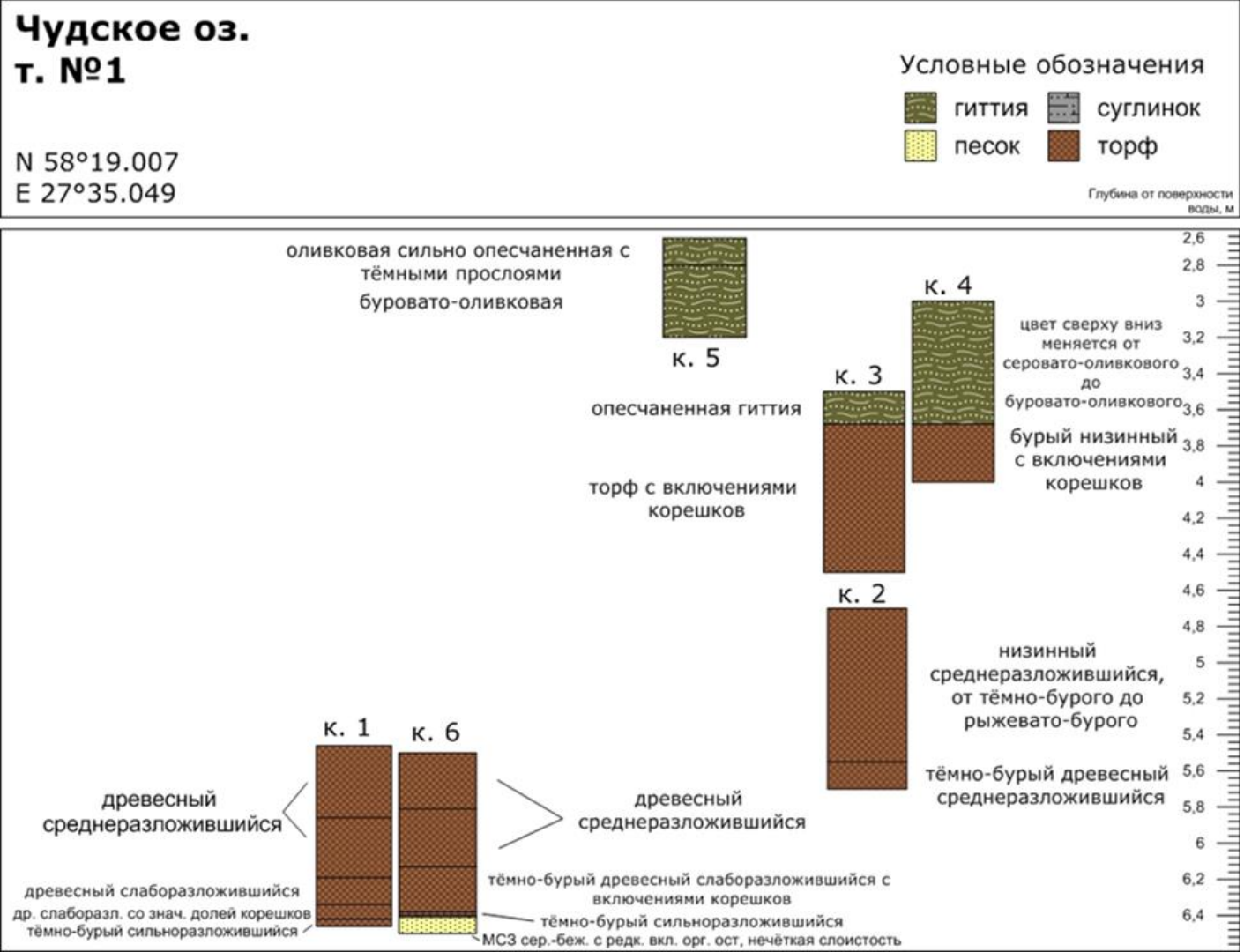


Рис. 22 - Литостратиграфия донных отложений Желченского залива Чудского озера в точке 1

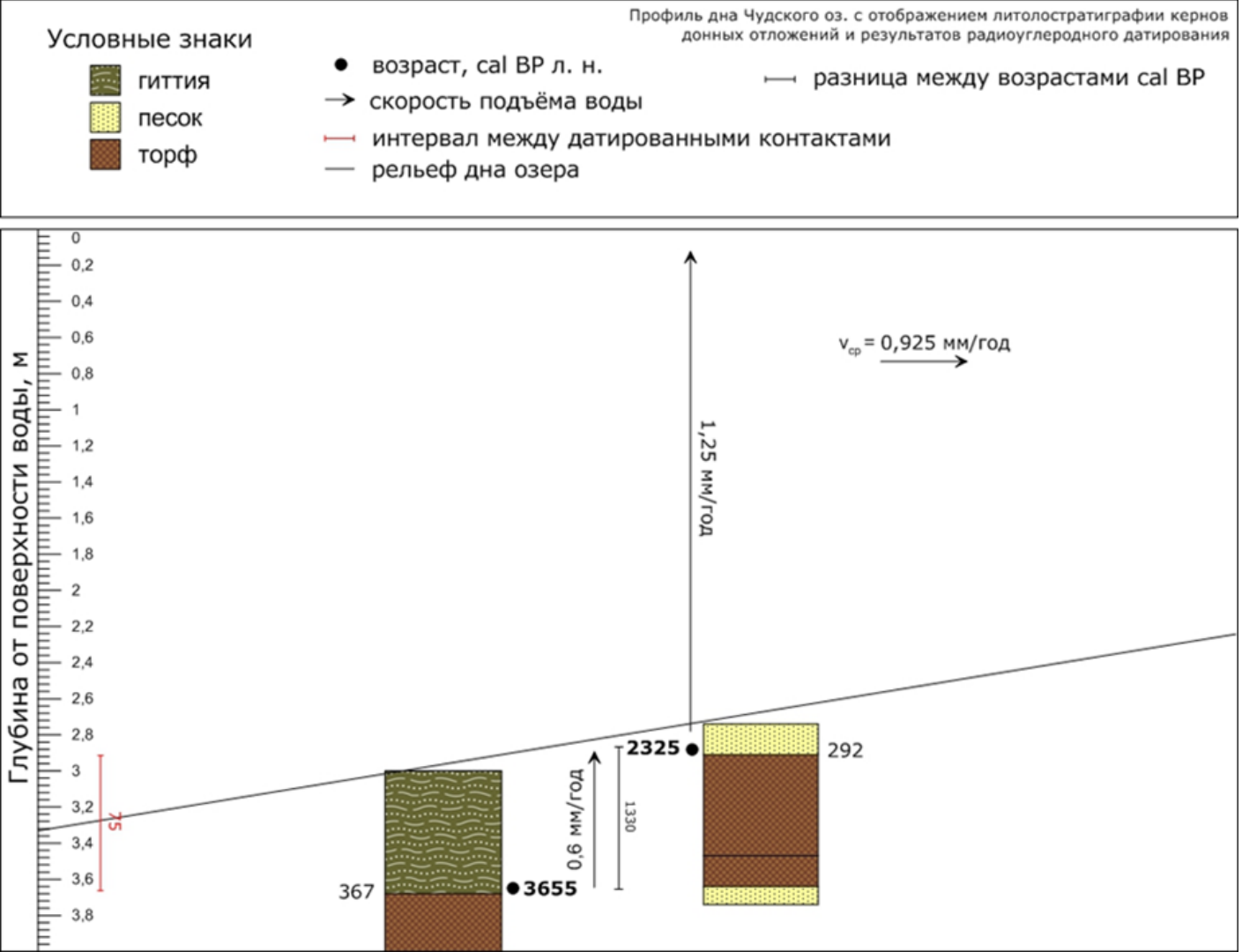


Рис. 23 - Расчет скорости повышения уровня Псковско-Чудского озера в позднем голоцене



Рис. 24 - Диаграмма с выделением палинозон, составленная на основе споро-пыльцевого (палинологического) донных отложений озера Чудского (залив Желченский) в точке 1

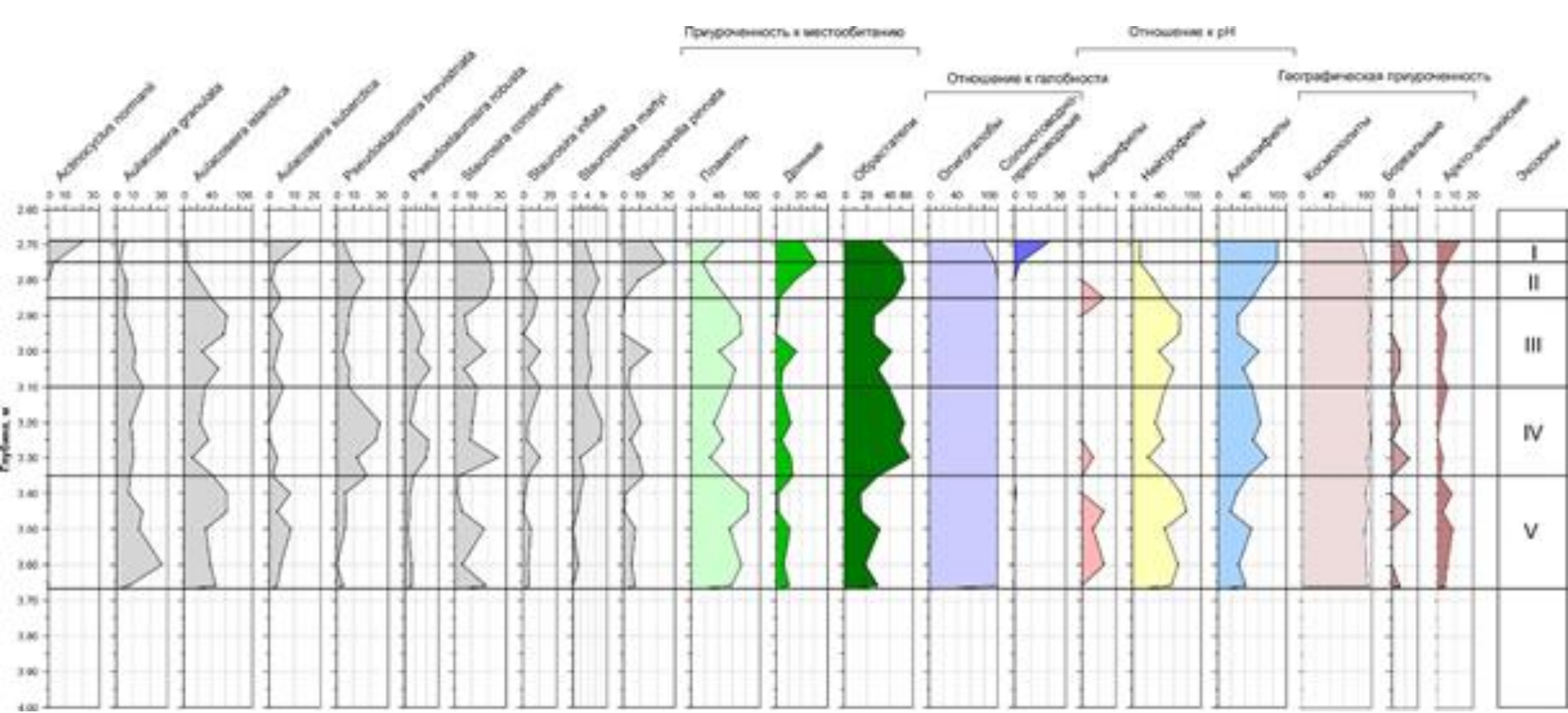


Рис. 25 - Диаграмма с выделением экозон, составленная на основе диатомового анализа донных отложений озера Чудского (залив Желченский) в точке 1

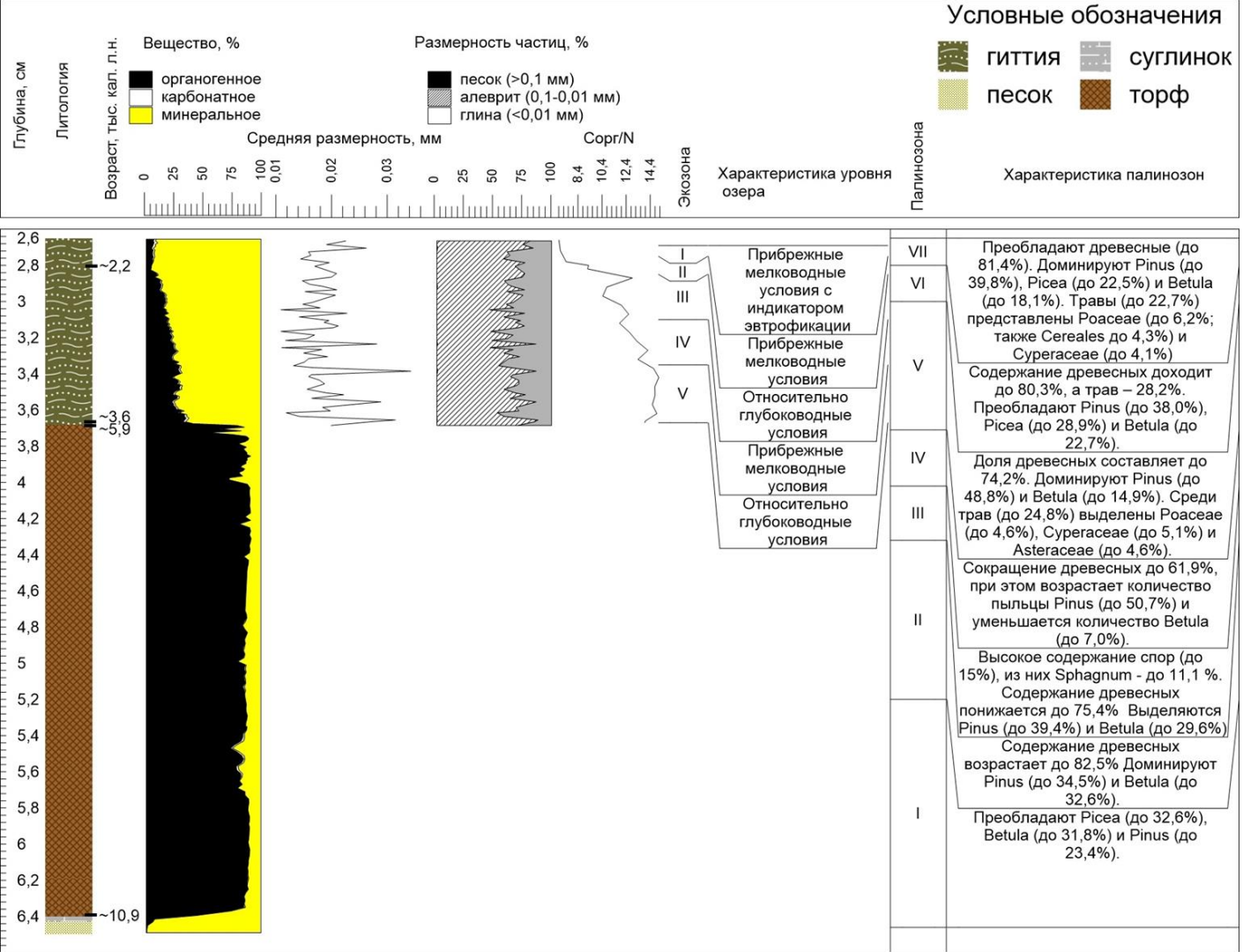
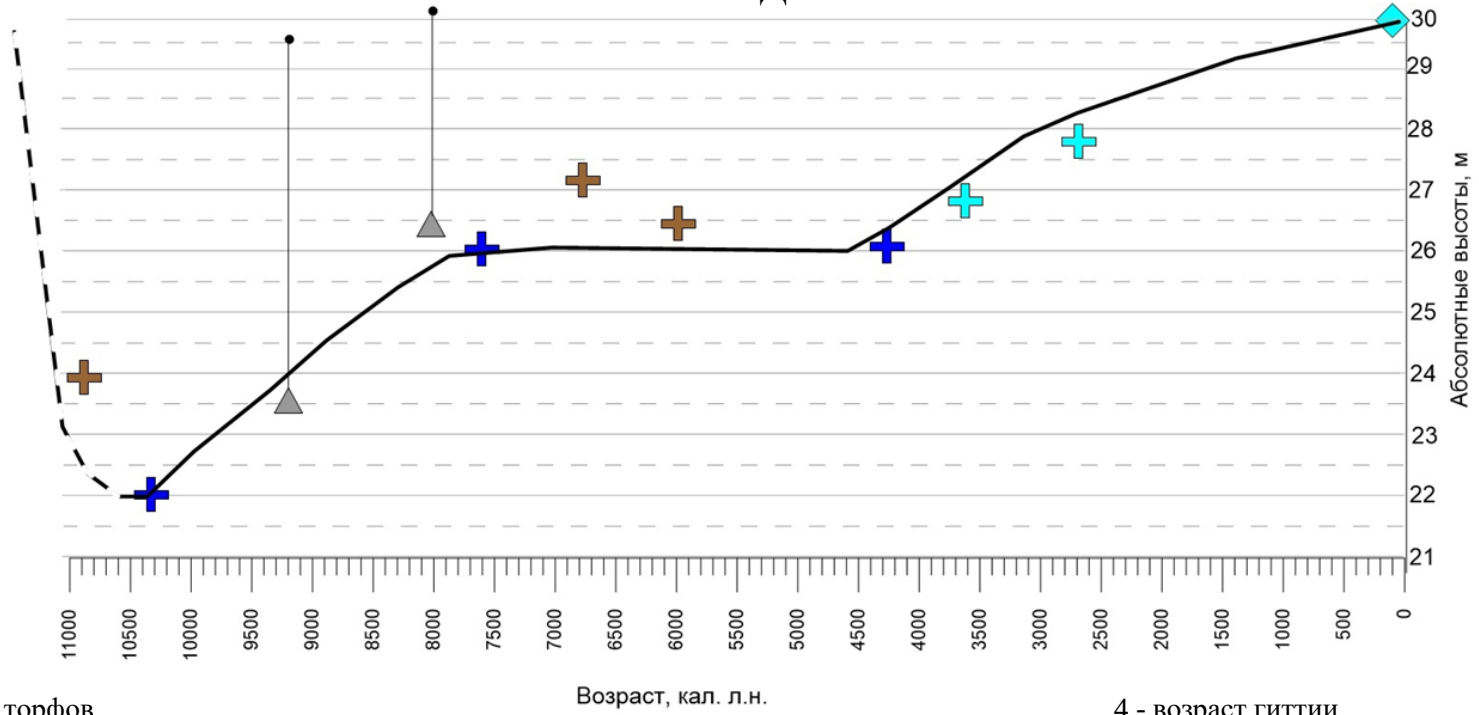


Рис. 26 - Сводные результаты лабораторных анализов колонки донных отложений Псковско-Чудского озера (Желченский залив)

РИС. 27 - КРИВАЯ ОЦЕНОЧНОГО ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ПСКОВСКО-ЧУДСКОМ ОЗЕРЕ



1 - возраст торфов
2 - положение образцов малых водных объектов
3 - уровень озера, реконструированный эстонскими исследователями
4 - возраст гиттии
5 - средний многолетний уровень воды ПЧО
6 - кривая, отображающая изменение уровня воды
7 - гипотетическое положение уровня озера
8 - положение порогов стока

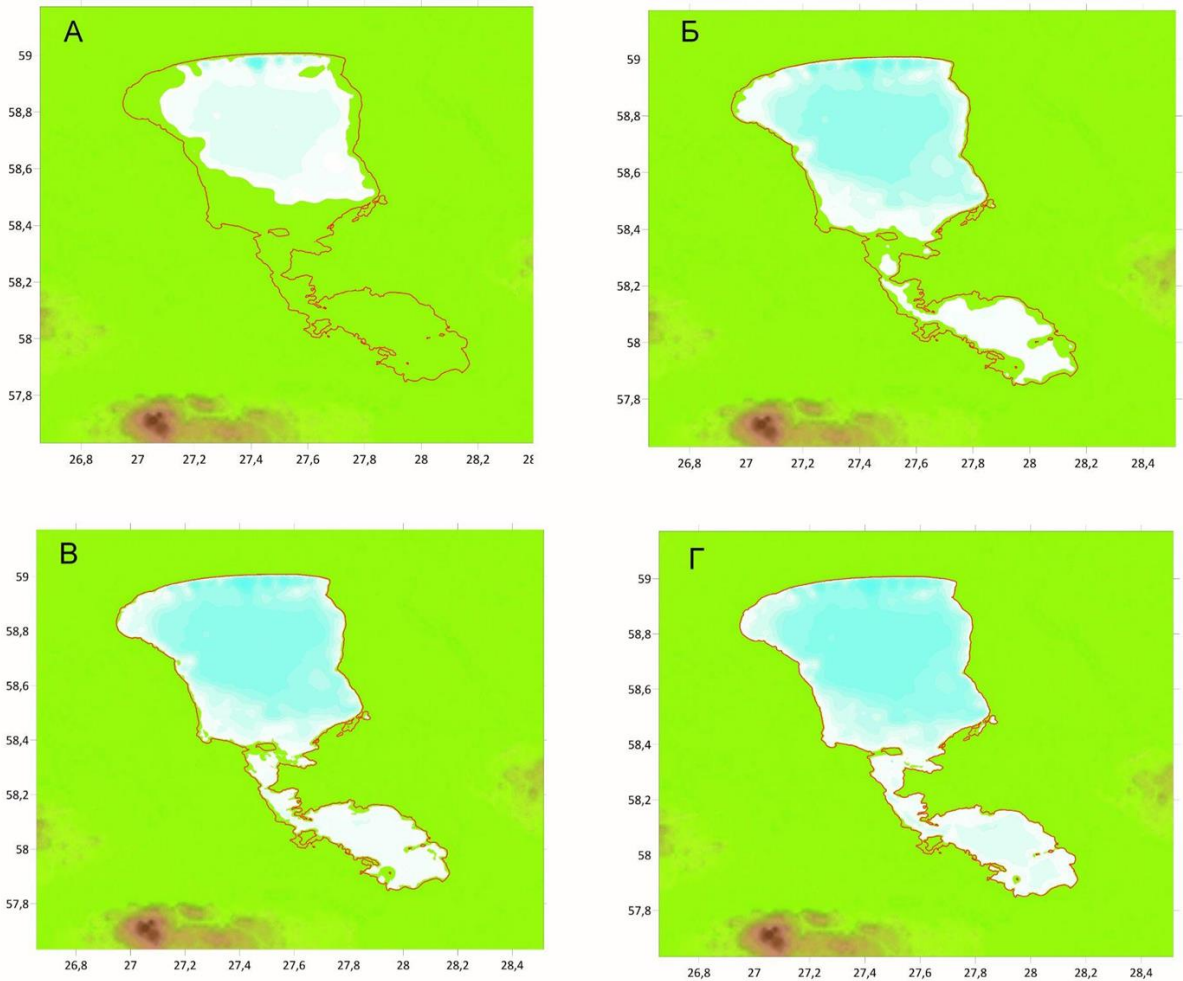


Рис. 28 - Реконструкция изменения уровня Псковско-Чудского озера: А ~ 10,3 тыс. кал. л. н., Б ~ 6,0 тыс. кал. л. н., В ~ 2,3 тыс. кал. л. н., Г ~779 кал. л. н.

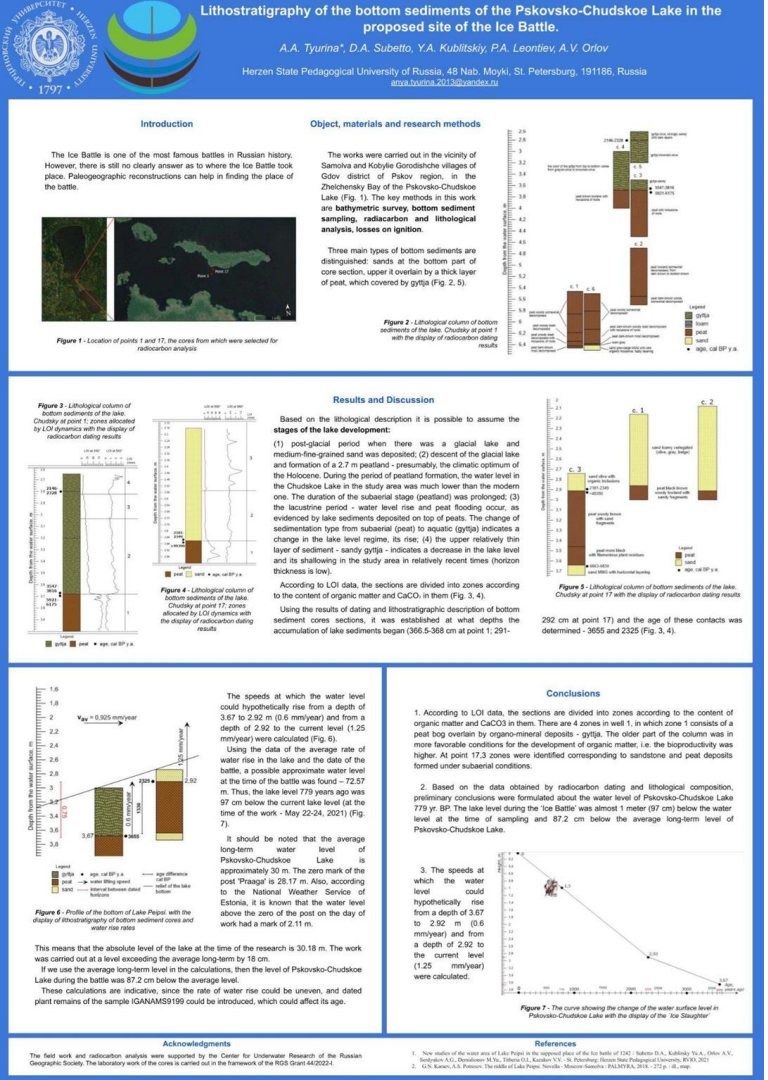




Рис. 30 - Общее фото в РГО

Рис. 29 - Постер для выступления на V Международной конференции «Палеолимнология Северной Евразии» с постерным докладом по теме проекта: *«Литостратиграфия донных отложений Псковско-Чудского озера в предполагаемом месте Ледового побоища»*

Рис. 31 - Выступление с устным докладом и презентацией участником проекта Тюриной А.А. на палеолимнологической комиссии «Молодежные исследования в палеолимнологии» в Малом зале Русского географического общества. Тема доклада: «Особенности изменения уровня воды Псковско-Чудского озера в голоцене».



21 февраля 2023 год

ПАЛЕОЛИМНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ НА ОЗЕРО ВЛАДЫЧНОЕ





16-18 сентября
2022 год

Рис. 32, 33 - Керны из разреза озера Владычное: контакт гиттии и алевритов - фото авторов



Рис. 34 - Процесс раскрытия бура после изъятия из скважины - фото авторов

ПАЛЕОЛИМНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ НА ЗАЛИВЫ ЛАХТА И РАСКОПЕЛЬСКИЙ



Рис. 35 - Отбор проб донных отложений со льда - фото авторов



Рис. 36 - Процесс описания керна - фото авторов



Рис. 37 - Осмотр керна - фото авторов

17-19 февраля 2023 год

ВЫВОДЫ

1. В позднеледниковье, на невской стадии дегляциации, эволюция водоёма в пределах Чудско-Псковской низменности была связана с Балтийским приледниковым озером с абсолютной отметкой более 40 м. Изоляция Псковско-Чудского озера от основной акватории Балтийского Ледникового озера произошла около *11,7 тыс. кал. л. н.* в результате чего произошло осушение котловины Псковского и южной части котловины Чудского озер. **Начиная с *10,9 тыс. кал. л. н.* в Желченском заливе происходит накопление торфов, водоем в это время существовал лишь в северной части котловины озера Чудского и его абсолютный уровень составлял порядка 22 м. Процесс торфообразования продолжался до *5,9 тыс. кал. л. н.* на высотах до 26,5 м, а положение береговой линии могло располагаться на высотах от 26 до 26,5 м. В интервале от *5,9 до 3,6 тыс. кал. л. н.* произошло затопление Желченского залива, носящее, вероятно, катастрофический характер, на что указывает размыв торфа и озерных отложений и результаты выполненных анализов.** Примечательно, что после повышения уровня и затопления Желченского залива происходило сельскохозяйственное освоение территории – на это указывает появление в спектрах рудеральных видов растений в палинозонах 5, 6 и 7.

ВЫВОДЫ

2. На основе выполненных расчетов установлено, что **уровень озера во время Ледового побоища был почти на 1 метр (97 см) ниже уровня воды на момент пробоотбора и на 87,2 см ниже среднего многолетнего уровня Чудского озера.** Были рассчитаны скорости, с которыми гипотетически мог подниматься уровень воды с глубины 3,67 до 2,92 м (0,6 мм/год) и с глубины 2,92 до нынешнего уровня (1,25 мм/год).

3. Процесс образования озёрных отложений в озере Владычном начался не позднее *~8,0 тыс. кал. л. н.*, в заливе Раскопельском – не позднее *~9,2 тыс. кал. л. н.* В голоцене озеро Владычное всегда было изолировано от Псковско-Чудского озера. **Залив Раскопельский и Лахта на протяжении всего голоцена, вероятно, были отдельными водоемами** и соединились с Псковско-Чудским озером за последние 500 лет.

4. **Построены кривая и модель изменения уровня воды Псковско-Чудского озера в позднем плейстоцене и голоцене**, взятый период: *10,4 тыс. кал. л. н.* по настоящее время. Уровень воды Псковско-Чудского озера на протяжении всего периода, начиная с пребореала и заканчивая субатлантическим периодом имел тренд на повышение, что связано с поднятиями северной части котловины и понижением южной.

Ссылки на статьи:

1. https://doi.org/10.31951/2658-3518-2022-A-4-1599 - Tyurina A.A., Subetto D.A., Kublitsky Y.A., Leontiev P.A., Orlov A.V.. Lithostratigraphy of the bottom sediments of Pskovsko-Chudskoe Lake in the proposed site of the Ice battle. - Limnology and Freshwater Biology (SI:Paleo2022): №4. DOI: 10.31951/2658-3518-2022-A-4-1599. Irkutsk, 2022. – 1599-1600 s. (РИНЦ)
2. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54024803 - Тюрина А.А. История изученности донных отложений Псковско-Чудского озера и реконструкция динамики его уровня в голоцене. // Астраханский вестник экологического образования. 2023, №3 (75). С. 32-41 DOI 10.36698/2304-5957-2023-3-32-41 (ВАК)

Статья «Тюрина А.А., Кублицкий Ю.А., Леонтьев П.А., Кошелева Е.А., Орлов А.В., Шихирина К.А., Миронова А.Д. Реконструкция изменения уровня воды Чудского озера в голоцене по данным литостратиграфического и радиоуглеродного анализов озера Чудского, озера Владычного и залива Раскопельского.» принята к публикации в выпуск №4 2023 г. научного журнала « Астраханский вестник экологического образования» (ВАК). Выход номера в конце августа.

Контакты для связи (e-mail) исполнителей проекта:

1. **Юрий Анатольевич Кублицкий (руководитель)** - uriy_87@mail.ru

1. Пётр Александрович Леонтьев - barograph@yandex.ru
2. Елена Альбертовна Кошелева - ekosheleva@herzen.spb.ru
3. Иван Михайлович Греков - ivanmihgrekov@gmail.com
4. Александр Владимирович Орлов - 95orlov@rambler.ru
5. Анна Андреевна Тюрина - anya.tyurina.2013@yandex.ru
6. Наталья Викторовна Соколова - nvsokolova@herzen.spb.ru



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. А.И. ГЕРЦЕНА»

Грантодатель:
Всероссийская общественная организация “Русское географическое общество”
ДОГОВОР № 44/2022-И

ОТЧЁТ ПО ПРОЕКТУ НА ТЕМУ:

РЕКОНСТРУКЦИЯ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ПСКОВСКО-ЧУДСКОГО ОЗЕРА В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ

Руководитель:
Кублицкий Юрий Анатольевич

Участники:
Греков Иван Михайлович
Кошелева Елена Альбертовна
Леонтьев Пётр Александрович
Орлов Александр Владимирович
Соколова Наталья Викторовна
Тюрина Анна Андреевна

Санкт-Петербург, 2023