

В. П. Курдин

ГРУНТЫ БЕЛОГО ОЗЕРА

Материалом для настоящей статьи послужили лабораторные исследования образцов грунта, немногочисленные литературные данные (Мосевич, 1955; Мордухай-Болтовской и Митропольский, 1959) и записи полевых дневников З. Н. Чирковой при ихтиологических исследованиях на Белом озере в 1956 и 1957 гг.

Лабораторная обработка проб грунта заключалась в определении потери в весе при прокаливании в муфельной печи и максимальной молекулярной влагоемкости методом Лебедева (Вруевич, 1944) во всех пробах, механическом и химическом анализе образцов, выбранных на основании первых показателей. Гранулометрический состав грунта определялся путем отмучивания частиц мельче 0.01 мм и разделения получившегося остатка на фракциометре. При химическом анализе определялись общее органическое вещество и общий азот методом И. В. Тюрина (Гедройц, 1955).

Основные гидрографические сведения об озере приведены в упомянутых работах. Здесь к ним необходимо добавить следующее. Многолетние колебания уровня воды (1881—1955 гг.) в навигацию достигают 3.1 м, соответственно чему преобладающие глубины (ниже отметки 107.5 м) могут меняться от 2.3 до 5.4 м, а площадь зеркала от 1000 до 1370 км². Подобное изменение морфометрических характеристик обеспечивает различную величину разгона волны, а следовательно, и силу волнения и ведет к переработке грунтов литорали водоема. Амплитуда переработки больше абсолютного колебания горизонта воды на высоту взброса и глубину начала опрокидывания волны.

При данной конфигурации озера (широкий овал с осями в 31.5 и 42.5 км), одинаковых глубинах центральной части и углах наклона дна прибрежной зоны волны оказывают одинаковое действие на равноудаленные от центра точки ложа озера и на берег. Неравномерная активность волнения, вызываемая различной повторяемостью ветра по румбам (рис. 1), обусловила несколько вытянутую в широтном направлении форму озера, но не сказалась на распределении грунта. В многолетнем периоде различия в распределении и процессе формирования отложений по разным направлениям сглаживаются. Затягивается только время выработки профиля дна и берега по векторам меньшей частоты. Волнение оказывает влияние на сортировку осадка на глубинах, в 1.5—2 раза превышающих длину волны (Кленова, 1948). Расчет средней длины волны (Кусков, 1957) для наветренных берегов по малой и большой осям озера показывает, что при ветре 5 м/сек. (повторяемость ветра больше 5 м/сек. в навигацию равна 35%, табл. 1) она соответственно равна 2.8 и 3.1 м, а для центра озера 2.4 м. Следовательно, ветер любого направления силой 5 м/сек. вызывает волну,

энергия которой достигает дна в наиболее глубоком месте водоема (3.6 м) при среднем навигационном уровне.

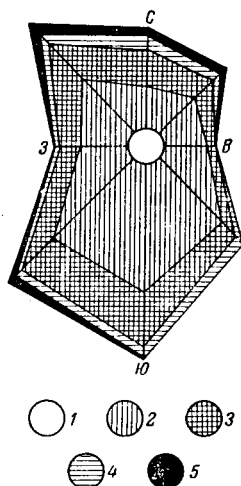
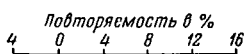


Рис. 1. Роза ветров за навигационный период по данным гидрометеостанции Белозерск.

1 — штиль; 2 — < 5 м/сек.;
3 — от 5 до 10 м/сек.; 4 — от
10 до 15 м/сек.; 5 —
> 15 м/сек.

глинистым илом, илом и мелким песком. Валуны, крупный песок, илистый песок и песчаный ил наблюдаются в значительном меньшем количестве. Каменистый грунт встречается но прибрежью отдельными пятнами на участках деревень Крохино—Ухтома, Кисьнема и Кустово—Мондома. Крупнопесчаные отложения залегают в пределах наиболее

Переработка литорали и непрерывающаяся сортировка грунта профундали в сочетании с илистыми отложениями обуславливают значительную мутность воды. При коэффициенте водообмена 1.1 (вычислен по данным водного баланса, приведенным Мосевичем, 1955), большой мутности озера и малой средней многолетней мутности притоков (меньше 35 г/м³ — Шамов, 1954) вынос частиц Шекской балансируется вносимыми наносами и происходящей минерализацией органического вещества в воде (Мосевич, 1955; Дегтяренко, 1959).

Установившееся в настоящее время относительное равновесие между приходной и расходной частью твердого стока будет нарушено в случае длительного изменения одной из режимных характеристик озера. При значительном повышении навигационного уровня озеро будет заливаться вследствие уменьшения твердого стока из него и дополнительного поступления автохтонного грунтообразующего материала от размыва новых берегов и прибрежья. Возможно сокращение содержания мельчайших фракций и увеличение органического вещества в отложениях, поскольку уменьшится аэрация толщи воды, а следовательно, и минерализация органического вещества и возрастет его аккумуляция за счет размыва верхних слоев почвы и разложения наземной растительности на вновь затопленной территории.

Цвет грунтов озера обычно светло-серый и серый, илистые отложения покрыты охристо-желтой пленкой. Наибольшие площади ложа заняты

Таблица 1

Повторяемость ветра в навигационном периоде, по данным гидрометеостанции Белозерск

	Сила ветра, в м.сек.				
	штиль	< 5	5-10	10-15	> 15
Повторяемость, в %	3.0	62.0	23.0	8.0	4.0
	Σ < 5 м/сек., 65.0 %		Σ > 5 м/сек., 35.0 %		

часто повторяющихся отметок уреза воды, на конусах выноса впадающих в водоем постоянно и временно действующих водотоков и в истоке Шексны. Илстые пески сопрягают мелкий песок с песчаным илом, который в свою очередь является обязательным переходом к илам.

На схеме распределения основных типов грунтов (рис. 2) видно, что они расположены замкнутыми овальными поясами, повторяющими общую конфигурацию береговой линии. Обширная часть озера ниже горизонтали 108.0 м занята глинистым илом. Литоральный грунтовый пояс, состоящий

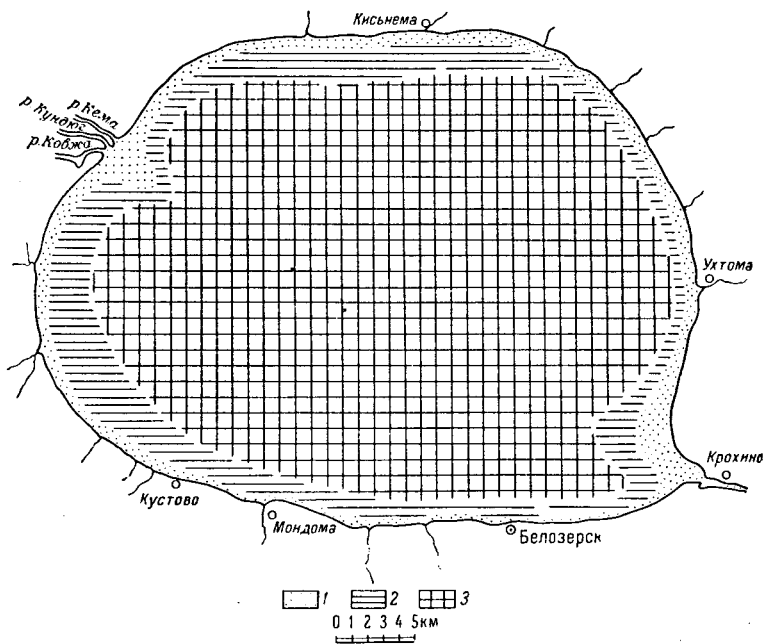


Рис. 2. Схема распределения грунтов Белого озера.

1 — песок; 2 — ил; 3 — глинистый ил.

на прилесье из крупного и глубже из мелкого песка, достигает отметки 109.5 м. Между этими отложениями залегают ил. В районе устья рр. Кемы, Кундюга и Ковики, а также у истоков Шексны, где на распределение грунтов влияет постоянно направленное стоковое течение, нижняя граница песка перемещается до отметки 108.0—108.5 м.

В пределах этих контуров песок занимает 90 км², ил 160 км², глинистый ил — 880 км², или соответственно 8, 14 и 78%.

Характерны для ложа озера так называемые «пучины»: незначительные по площади воронки, очевидно карстового происхождения, заполненные илом. Таких ям насчитывается 7—8 и больше всего в северной части водоема (Мосевич, 1955). В 1954 г. Ф. Д. Мордухай-Болтовским (Мордухай-Болтовской и Митропольский, 1959) была обследована одна «пучина» к северо-западу от д. Кустово. Оказалось, что в ней до уровня

окружающего дна находится мягкий почти жидкий ил черного цвета. Лот погружался в отложения воронки на 7.5 м (по Мосевичу глубина «пучин» достигает 16 м).

При рассмотрении площади распространения отдельных грунтов необходимо помнить, что резкой границы между ними нет, поскольку условия образования отложений изменяются постепенно, а не скачкообразно. Для озера это особенно ярко выражено, так как глубины, а следовательно, и связанная с ними гидродинамическая активность также изменяются плавно. Так, между песком и илом обязательно залегают илистый песок и песчаный ил, и каждый в свою очередь с меняющимся механическим составом в рамках, определенных классификацией грунтов. Более или менее четко выраженная граница между разными отложениями возможна

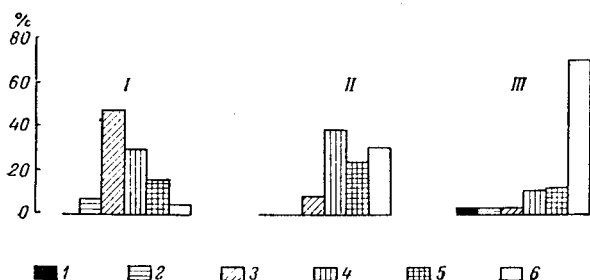


Рис. 3. Механический состав основных типов грунтов Белого озера.

I — мелкий песок (станция 16, глубина 0.8 м); *II* — ил (станция 9, глубина 1.4 м); *III* — глинистый ил (станция 11, глубина 3.6 м). 1 — от 1.0 до 0.5 мм; 2 — от 0.5 до 0.2 мм; 3 — от 0.2 до 0.1 мм; 4 — от 0.1 до 0.05 мм; 5 — от 0.05 до 0.01 мм; 6 — <0.01 мм.

при резком изменении гидродинамической активности, вызываемой увеличением или уменьшением площади водного сечения, глубины, разгона волны, защищенностью участка водоема островом, растительностью и т. д. Отложения на припльске определяются высотой стояния уровня воды, поскольку при горизонтах выше среднего многолетнего у уреза может находиться грунт, слагающий коренной берег, например глина у д. Ухтомы. Обнаженный песчаный нляж является показателем низкого уровня озера.

Механический состав основных типов грунтов представлен гистограммами на рис. 3. Уменьшение крупности частиц по мере увеличения глубины закономерно, так как сортировка отложений происходит под влиянием ветровых волнений и течений. Крупные частицы в глинистом иле, около 2.5% первой фракции, кроме песка, конкреций железа и марганца, состоят из остатков хитиновых панцирей кладоцер, головных капсул и песчаных домиков личинок тендипедид, на значительное количество которых в илах озера обращают внимание Ф. Д. Мордухай-Болтовской и В. И. Митропольский (1959). Двувершинность в распределении фракций ила указывает на незавершенность сортировки отложения, что является следствием переработки грунта литорали. Лучшая сортировка песка и глинистого ила объясняется меньшими предельными значениями величины гидродинамической активности, при которой начинают передвигаться частицы, слагающие эти грунты.

Отложения озера бедны органическим веществом, что, по мнению И. А. Мосевича (1955), вызвано минерализацией поступающих органических веществ вследствие значительной аэрации толщи воды. Подтверждением этого является большее содержание органического вещества в отложениях Ковжи у ее устья и в Рыбинском водохранилище. Из табл. 2 видно, что содержание органической части отложения возрастает с увеличением дисперсности его частиц и глубины места залегания. Очень высокое содержание органического вещества в переходном и торфянистом плах Рыбинского водохранилища обусловлено их происхождением (Курдин, 1959). Однако продуктивность их по сравнению с серыми илами обоих водоемов низка, что объясняется особыми физико-химическими условиями, создавшимися в них и способствующими консервации органического вещества (Сорокин, 1958). Малые величины C/N в грунтах озера также указывают на большую минерализацию органического вещества взвесей, поскольку это отношение в иле р. Ковжи в 2—3 раза больше.

Таблица 2

Органическое вещество грунтов Белого озера и Рыбинского водохранилища

Водоем	№ станции	Глубина, в м	Грунт	В % от сухого вещества		Легкоусвояемое органическое вещество (% от общего органического вещества)	Легкоусвояемый азот, в %		C/N	Процентное содержание суммы фракций меньше 0.01 мм
				общее органическое вещество по микрому сикангано	общий азот		от общего азота	от общего углерода		
Белое озеро	16	0.8	Песок мелкий.	0.3	0.05	—	—	—	—	4
	31	2.8	Ил серый песчанистый.	1.1	0.15	—	—	—	4.1	24
	11	3.6	Ил серый глинистый.	3.0	0.26	—	—	—	6.6	70
Р. Ковжа у с. Ковжа	19	3.3	То же.	3.0	0.18	19.6	27.2	2.9	9.4	70
	22а	6.8	Ил темно-серый.	4.4	0.13	—	—	—	19.5	34
Водохранилище Рыбинское (Сорокин, 1958)	46	4.4	Песок пылеватый.	0.3	0.005	—	—	—	—	5
	62	13.0	Ил серый песчанистый.	5.9	0.18	15.0	28.8	5.0	18.8	16
	30	7.5	Ил серый.	10.5	0.36	13.9	27.0	1.8	15.5	42
	18	17.1	Ил переходный.	30.3	0.76	6.6	12.1	0.5	22.3	—
	40	12.0	Ил торфянистый.	65.1	1.09	3.9	12.8	0.4	33.5	60

ЛИТЕРАТУРА

- Б р у е в и ч С. В. 1944. Некоторые методы химического исследования грунтов и грунтовых растворов моря. Гидрометеонадат. М.—Свердловск.
- Г е д р о й ц К. К. 1955. Избранные сочинения, т. 2. Сельхозгиз, М.
- Д е г т я р е н к о М. Д. 1959. Материалы по гидрохимии Белого озера. Тр. Инст. бпол. водохр. АН СССР, вып. 2 (5).

- К л е и о в а М. В. 1948. Геология моря. Учпедгиз, М.
- К у р д и н В. П. 1959. Классификация и распределение грунтов Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, в. 1(4).
- К у с к о в Л. С. 1957. Гидрологические и водохозяйственные расчеты при эксплуатации водохранилищ. Изд. «Речной транспорт», М.
- М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф. Д. и В. И. М и т р о п о л ь с к и й. 1959. Бентос Белого озера. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, вып. 2 (5).
- М о с е в и ч И. А. 1955. Белое озеро. Рыболовство на Белом и Кубенском озерах. Вологда.
- С о р о к и н Ю. И. 1958. Микрофлора и химический состав грунтов Рыбинского водохранилища. Тр. Биол. ст. «Борок», в. 3.
- Ш а м о в Г. И. 1954. Речные наносы. Гидрометеониздат, М.
-