ГИДРОЛОГИЯ ОЗЕРА НЕРО

Литвинов Александр Сергеевич,
д.г.н., гл.н.с.
Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН
УДК:556(285.2)(470)

Litvinov Aleksandr Sergeevich,
Doctor of Geographical Sciences, Chief Research Scientist
Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS

HYDROLOGY OF LAKE NERO

АННОТАЦИЯ

Знание особенностей гидрологических параметров озера Неро во времени и пространстве необходимо при проведении и трактовке результатов большинства гидробиологических исследований, оценке современного состояния экосистемы.

ABSTRACT

Knowledge of the hydrological parameters of Lake Nero in time and space is necessary when conducting most hydrological studies, interpreting their results and assessing the current state of the ecosystem.

Ключевые слова: озеро Неро, эвтрофные водоемы, гидрологический режим, уровень воды.

Key wordsa: Lake Nero, eutrophic water body, hydrological regime, water level.

Озеро Неро расположено в Верхнем Поволжье России. Это самое большое озеро в Ярославской области (площадь ~58 км^2). Озеро мелководное (средняя глубина — 1.6 м, максимальная — 4.7 м), площадь водосбора — 1170 км^2. Озеро проточное, в него впадает более 20 притоков, самый крупный из которых — р. Сара (вытекает из озера р. Векса Ростовская). Уровень воды в озере зарегулирован плотиной на выходе в р. Вексу — приток р. Которосли, воды которой служат источником питьевой воды целого ряда населенных пунктов.

Таблица 1

Морфометрические показатели оз. Неро при среднем многолетнем уровне 93.75 м

Показатель	Значение
Длина, км	13.2
Ширина, км	8.3
Площадь, км^2	1256.2
Средняя глубина, м	1.6
Объем, 10^6 м^3	90
Максимальная глубина, м	4.7

Согласно приведенным данным (табл.1) оз. Неро относится к очень мелким озерам с формой

близкой к округлой, с достаточно развитой береговой линией и доступностью к воздействию метеорологических факторов. Рельеф дна практически ровный. Средний уклон дна составляет 0.07°. Более 50% акватории приходится на участки с глубинами, близкими к 1.5 м. В северо-восточной части озера расположена ложбина с глубинами > 3 м, занимающая площадь ~ 28 га. Небольшое углубление > 1.5 м отмечено в юго-западной части озера у устья р. Кучебишь, связанное с промышленной добычей сапропеля.

Климат на территории бассейна оз. Неро умеренно континентальный. Географическое положение территории способствует достаточно большим скоростям ветра.

Средняя годовая температура воздуха в бассейне озера составляет 3.4°С. Самый теплый месяц — июль, наиболее холодные — январь и февраль, со средними температурами соответственно —18°С и —10.8°С. Переход среднесуточной температуры через 0°С происходит в первой половине апреля, осенью — в первых числах ноября. Продолжительность периода с положительными температурами 242 дня.

Среднее многолетнее годовое количество осадков составляет 523 мм, 73% которых выпадает в теплый период года (апрель—октябрь —372 мм). Наибольшее количество осадков (620 мм/год) наблюдалось с 1978 по 2000 г. Наряду с общим ростом количества осадков отмечается длинный период изменений, обусловленных климатическими факторами, с шагом ~30 лет. С 1940 по 1955 г. наблюдался рост количества осадков. Затем до 1972 г. — понижение среднегодового количества осадков и с 1972 до 1997 г. — вновь увеличение. С 1998 по 2011 г. количество осадков снижалось, и было близко к средней многолетней величине с незначительными колебаниями.

В зависимости от климатических условий года сезонный ход метеорологических характеристик может существенно изменяться (табл.2).

Таблица 2

Метеорологические характеристики района оз.Неро в теплый период года

Месяцы	Температура, °С			Осадки, мм			Испарение, мм		
	1972	1981-1986	1990	1972	1981-1986	1990	1972	1981-1986	1990
Апрель	4.2	4.1	6.3	49	34	10	30	10	32
Май	11.8	12.4	9.8	31	35	96	89	48	119
Июнь	18.4	15.6	14.3	23	110	59	143	94	83
Июль	21.9	18.5	17.9	47	75	184	148	98	101
Август	20.2	16.5	15.9	10	62	95	106	86	59
Сентябрь	10.0	10.4	8.8	38	65	117	56	45	24
Октябрь	4.4	4.9	4.3	52	60	43	28	24	20
Сумма за апрель – октябрь				250	441	602	600	405	440

Анализ 50-летнего ряда температуры воздуха на территории Ярославской области (побережье Рыбинского водохранилища) показал устойчивое ее повышение в период глобального потепления, официальное начало которого принято с 1976 г. Рост среднегодовых температур

с 1947 по 2000 гг. по постам Рыбинского водохранилища составил 1.2°С. Наиболее интенсивное повышение температуры отмечалось в зимний период времени и не превышало 0.25 °С при максимальной амплитуде колебаний в 9.3 и 3.2 °С соответственно. А.С. Климанов на основе озерно-болотных отложений на территории Ярославской области показал, что произошло 11 последовательных потеплений от 1 до 2.5 °С и понижение количества осадков. Периоды потеплений сменялись периодами похолодания. При похолоданиях температуры воздуха могут изменяться на 7 °С.

Ветровые условия озера определяются его направлением. Мелководность и открытость озера Неро обуславливают высокую реакцию водоема на ветровое воздействие. Скорость воздушного потока на высоте 2 м над водной поверхностью в среднем превышает в 1.5 раза скорость, измеренную на ГМС. В целом за сезон преобладают ветры со скоростью до 5 м/с, продолжительность которых достигает 145 дней.

Сезонный ход уровня воды в озере типичен для озер средней полосы. Весенний подъем начинается с третьей декады марта. Наибольших отметок уровень достигает при прохождении пика весеннего половодья на реках (в конце апреля — начале мая) и наступает до момента очищения озера ото льда.

Интенсивность подъема уровня в апреле может достигать 10-20 см/сутки. Максимальный уровень держится в течение 2–3 дней, а затем начинается его понижение, продолжающееся 3.5–4.0 месяца. Максимальный уровень может достигать отметки 96.37 м. Минимальный уровень обычно бывает в августе—сентябре. Абсолютный минимум был зафиксирован в октябре 1955 г. и составил 93.09 м. В средние по водности годы амплитуда колебания уровня составляет 1.2–1.3 м. В маловодные годы при малом количестве осадков может достигать 3 м (1955 г.). В средние по водности годы при малом объеме стока и интенсивном испарении уровень воды в озере на 0.4–0.6 ниже, чем в средние по водности годы. Осенний пик уровня может превышать весенний и достигать отметки 95.10 м.

Озеро Неро относится к зарегулированным водоемам. К наиболее интересным особенностям гидрологического режима озера, связанным с колебаниями его уровня, следует отнести кратковременные превышения уровня в устье р. Вексы над уровнем озера, связанные с прохождением пика весеннего половодья и летне-осенних паводков. Они способствуют формированию встречного к озеру течения в р. Вексе и могут наблюдаться один раз в три года [4]. Превышение уровня в р. Вексе над уровнем в озере в период половодья может изменяться от 5 до 14 суток. Для оценки колебаний уровня за счет счетно-погонных явлений использовались работы [3].

Приходная часть водного баланса озера состоит из притока р.Сары и притока 20 небольших рек с площадью водосбора от 3 до 84 км^2. В экстремальные по водности годы распределение притока по р. Саре может существенно изменяться.

Для притоков озера характерно наличие двух пиков низкого стока летне-осенний и зимний [4]. Для оценки изменчивости водообмена озера использовали данные по среднемноголетнему уровню.

Таблица 3

Внутригодовое распределение притока по озеру Неро (10^6 м^3)

Месяц	Обеспеченность, %		Месяц	Обеспеченность, %	
	75	90		75	90
Январь	4.21	3.47	Июль	4.39	3.62
Февраль	4.72	3.9	Август	4.14	3.42
Март	5.93	4.89	Сентябрь	4.21	3.47
Апрель	112	92.3	Октябрь	4.88	4.03
Май	13.9	11.6	Ноябрь	5.12	4.22
Июнь	7.88	6.45	Декабрь	5.61	4.63
СУММА				177	146

По результатам расчетов больший водообмен наблюдался в апреле, мае и июне. В год 90%-ной обеспеченности, объем воды в озере сменяется около двух раз в год, а в многоводные годы чаще.

Вскрытие озера происходит в конце апреля или первых числах мая. Самое раннее очищение от льда наблюдалось 7 апреля 1975 г., а самое позднее 9 мая 1941 и 1945 гг. Средняя дата очищения от льда 28 апреля.

По данным берегового поста ГМС в средняя многолетняя температура воды (1977-1986 гг.) в первой и третьей декаде мая составляет 7.8 и 14.7°С, а в зимние месяцы температура воды у дна изменяется от 1.4 до 3.9°С.

Декадные колебания температуры воды озера находятся в тесной зависимости от изменения температуры приводного слоя воздуха.

Расслоение озера на устойчивые эпи- и гиполимнион летом невозможно из-за полного перемешивания водной массы при ветрах средней силы. Кратковременная стратификация иногда наблюдается в первой половине лета в штилевую погоду. Зимой в виду мелководности озера распределение температуры по акватории озера относительно равномерное. За счет теплоотдачи грунта температура в придонном слое довольно быстро достигает 3°С, а в глубоких местах повышается до 4.4°С. Изменение температуры воды в озере в сезонном плане обусловливает и динамику теплозапаса водоема (табл. 4).

Таблица 4

Теплозапас водной массы озера Неро (10^{13} Дж)

Год	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
1972	2.0	6.7	7.5	7.3	5.4	2.7	1.3
1981-1986	1.2	6.8	8.4	8.9	7.1	3.9	1.9
1992	3.4	7.1	7.2	7.0	7.1	5.0	3.8

Электропроводность водной массы озера, как и ее притоков, имеет четко выраженный сезонный ход. Максимальные величины наблюдаются в период осенне-зимней межени, минимальные — в период весеннего половодья. В зависимости от водности конкретного года

и внутригодового распределения осадков величина ее может существенно изменяться. Набольшие величины наблюдаются в марте и достигают 260 мкСм/см. После очищения водоема от льда различия в электропроводности уменьшаются.

Одной из важных особенностей гидрологического режима озера является возможность поступления достаточно больших объемов воды, формирующихся за пределами его водосборного бассейна, а также части воды, уже прошедшей трансформацию в его чаше.

Существенную роль в формировании качества воды в оз. Неро играют морфологические особенности строения котловины озера и обусловленные им характеристики гидрологического режима. Мелководность озера и связанный с ней относительно небольшой объем водной массы обеспечивают достаточно высокую интенсивность водообмена, свойственную проточным озерам. Большая площадь озера способствует развитию интенсивного волнения, обеспечивающую хорошее перемешивание его неоднородной массы.

ВЫВОДЫ

Многолетняя динамика уровня воды в оз. Неро имеет хорошо выраженные тренды, обусловленные климатическими и антропогенными составляющими. До 1970-х гг. при понижении уровня воды экосистема сохраняла основные черты мелководного, сильно заросшего макрофитами озера. После ввода ГТС и поднятия летнего уровня воды в озере произошло повышение содержания биогенных элементов, снижение прозрачности воды и зарастаемости водоема макрофитами. Антропогенное повышение уровня воды в озере привело к замедлению водообмена, снижению относительной прозрачности и увеличению концентраций биогенных элементов в воде.

В условиях оз.Неро с чрезвычайной осторожностью следует относиться к любому вмешательству в жизнь создававшегося в течение тысячелетий природного комплекса.

Работа выполнена в рамках государственного задания № 121051100104-6.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабаназарова О.В., Папченков В.Г., Сиделев С.И., Литвинов А.С., Зубишина А.А., Овсеенко А.С., Мартьянов О.В., Рахмангулов Р.Н., Русинова Н.В., Задворнова Л.В., Виноградова Т.Г. Анализ состоя- ния экосистемы озера Неро в многолетней дина- мике: уровень воды-фитопланктон-макрофиты // Формирование и реализация экологической политики на региональном уровне. Ярославль: Изд-во Академии Пастухова, 2013. С. 11–15.

2. Бикбулатов Э.С., Бикбулатова Е.М., Литвинов А.С., Поддубный С.А. Гидрология и гидрохимия озера Неро. Рыбинск: Рыбинский Дом печати, 2003. 190 с.

3. Караушев А.В. Сгонно-нагонные явления на водохранилищах и озерах. Л.: Гидрометеоиздат. 1960. 216 с.

4. Рохмистров В.Л. Водный баланс озер Неро и Плещеево // Озера Ярославской области и перспективы их хозяйственного использования. Ярославль, 1970. С. 235–253.