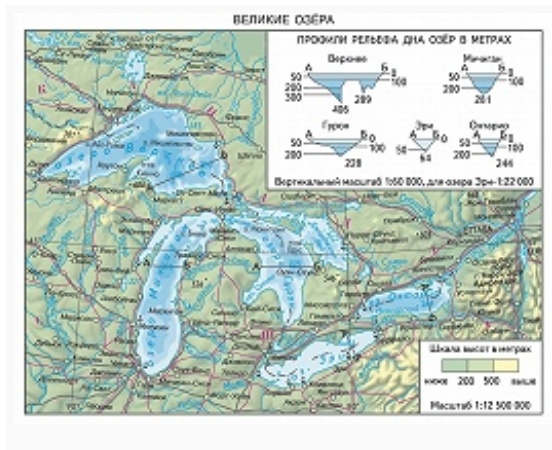


ВЕЛИКИЕ ОЗЁРА

Авторы: К. К. Эдельштейн



ВЕЛИКИЕ ОЗЁРА (Great Lakes), крупнейшая в мире озёрная система в восточной части Северной Америки, в бассейне реки Святого Лаврентия. Включает пресноводные озёра Верхнее, Мичиган, Гурон, Эри и Онтарио (см. таблицу 1). Озеро Мичиган целиком расположено в США, по остальным озёрам и соединяющим их рекам проходит граница между

США и Канадой, которой принадлежит около $\frac{1}{3}$ акватории Великих озёр.

Таблица 1. Основные характеристики Великих озёр

Озеро	Высота над уровнем моря, м	Объём, тыс. км ³	Среднее			время водообмена, годы
			Площадь, тыс. км ²	Длина, км	Наибольшая глубина, м	
Верхнее	183	12,2	82,4	560	406	191
Мичиган	177	4,9	58,0	490	281	99,1
Гурон	176	3,5	59,6	330	228	22,6
Эри	174	0,5	25,7	385	64	2,6
Онтарио	75	1,6	19,5	309	244	7,9

Общая площадь В. о. 245,2 тыс. км², суммарный объём вод 22,7 тыс. км³ (21% мирового запаса поверхностных пресных вод). Длина береговой линии св. 15 тыс. км. Озёра соединены между собой короткими, порожистыми и многоводными реками: Верхнее и Гурон – рекой Сент-Мэрис (длина 112 км); Гурон и Эри – рекой Сент-Клэр (43 км),

через озеро Сент-Клэр (площадь 1275 км²) и рекой Детройт (51 км); Эри и Онтарио – рекой Ниагара (54 км), образующей [Ниагарский водопад](#). Из Мичигана в Гурон вода поступает через пролив Макино шириной около 3 км. В В. о. впадает несколько сотен небольших рек с общей площадью водосбора 525 тыс. км², наиболее крупные – Эсканоба, Каламазу, Гранд-Ривер, Маскигон, Манисти, О-Сейбл, Сагино и Моми. Сток озёрных водных масс (210 км³/год) в Атлантический океан происходит по реке Святого Лаврентия, вытекающей из Онтарио, и регулируется гидроузлом Ирокуа, расположенным между её истоком и устьем крупнейшего притока – реки Оттава.

Котловины В. о. возникли в результате тектонических движений, доледниковой речной и ледниковой эрозии. Чаши озера Верхнее и северной части озера Гурон выработаны в кристаллических породах южного края Канадского щита Северо-Американской платформы, остальных озёр – в толще палеозойских известняков, доломитов и песчаников платформенного чехла. После сокращения ледникового покрова крутые берега преобразованы волновой абразией. Вдоль мелководных и защищённых от волнения участков побережья сформировались пляжи, валунные и гравелисто-песчаные косы. В северной части В. о. береговая линия расчленена, берега (высота до 400 м) скалистые, обрывистые, очень живописные, особенно озёр Верхнее и Гурон. Южные берега преимущественно низкие, глинистые и песчаные. Самый крупный остров на всей акватории В. о. – Манитулин площадью св. 1000 км² (озеро Гурон).

Климат региона В. о. умеренно континентальный. Средние температуры воздуха в январе на озере Верхнее –8 °С, на южном берегу Эри –3 °С, в июле соответственно 19 и 22 °С. Осадков 700–750 мм в год.

В питании озера Верхнее объём атмосферных осадков превышает приток речных вод, в водном балансе остальных озёр значительнее роль речного стока и притока вод из расположенных выше озёр. Испарение с поверхности озёр ок. 165 км³/год (на 20% меньше, чем сток в реку Святого Лаврентия). Последние 150 лет размах колебаний уровня воды в В. о. составляет ±2 м, внутригодовые его колебания – не более 0,3 м вследствие регулирования стока гидроузлами. Сгонно-нагонные перекосы водной поверхности достигают 3–4 м (Верхнее, Мичиган). Скорость течений в поверхностном

Верхнее	50	3,2	1,9	12,4	2,8	1,1	0,6	>—	0,26	0,003
Мичиган	130	15,5	6,2	32	10	3,4	0,9	>3,1	0,09	0,010
Гурон	95,9	17,2	6,3	28,1	6,7	3,2	0,8	>2,3	0,23	0,005
Эри	112,8	25,7	24,6	37,4	8,3	11,5	1,2	>1,5	—	0,015
Онтарио	113,2	29,4	27,5	40,3	8,1	12,6	1,4	>0,3	0,35	0,008

В приходной части водного баланса Мичигана преобладает приток воды водосбора (61%), минерализация воды выше (200 мг/л), но её ионный состав такой же, как в озёрах Верхнее и Гурон. В его менее глубокой чаше температура воды после вскрытия в апреле от поверхности до дна ниже 3 °С. К июню вся водная толща прогревается на 1 °С, а в июле возникает температурная стратификация с термоклинном на глубине 40 м при 12 °С у поверхности и 4–5 °С под ним. В августе прогрев верхнего 20-метрового слоя может достигать 18 °С, а к октябрю охладится до 10–12 °С. Прозрачность воды весной изменчива – от 8 до 15 м, в августе она составляет 9 м, иногда 4 м в северной части акватории и 3 м – в южной, испытывающей наибольшую антропогенную нагрузку. Поэтому средняя биопродуктивность водоёма в 3 раза больше, чем в озере Верхнее. Особенно сильно подверглись эвтрофикации южная часть озера и залив Грин-Бей вдоль западного берега. Годовой вылов рыбы 11 тыс. т.

В более проточном Гуроне, где смешиваются водные массы озёр Верхнее и Мичиган, средняя минерализация воды 160 мг/л, она заметно уменьшается от северных плёсов к южным. Прогрев верхнего слоя воды в июле – августе увеличивается до 20 °С. Продолжительность прибрежных ледовых явлений составляет 80 дней, их площадь не превышает 60% акватории. Прозрачность воды в центре озера с 12 м в июне возрастает до 14 м в июле. Насыщенность придонных вод растворённым кислородом большая (85–95%). Биопродуктивность варьирует от 0,7 до 1,7 мг С/(м³ в час), лишь в сильно загрязнённом заливе Сагино (южный берег) она достигала 28 мг С/(м³ в час). Годовой вылов рыбы почти 3 тыс. т.

В самом мелководном, наименее ёмком и наиболее проточном озере Эри, вклад атмосферных осадков в приходную часть водного баланса снижается до 10%. Минерализация водной массы возрастает до 223 мг/л при неизменном ионном составе.

В малом мелководном западном плёсе, принимающем сток водной массы Гурона по реке Детройт, в течение всего года наблюдается гомотермия, но в обширном центральном плёсе обычна летняя стратификация с температурой у поверхности в августе 22 °С, в наиболее глубоком восточном плёсе слой температурного скачка разрушается лишь в середине октября. Продолжительность ледостава ок. 80 дней, но площадь ледяного покрова достигает 95–100% акватории. Прозрачность воды наименьшая среди В. о.: весной она повышается от 2 до 3 м, в июле – августе достигает 4–4,5 м, затем снова уменьшается, особенно в штормовую погоду. Биомасса фитопланктона весьма велика: в центральном и восточном плёсах – до 4–6 мг/л и вдвое больше в западном плёсе, загрязняемом сточными водами города Детройт. Биопродуктивность в среднем составляет 10,4 мг С/(м³ час), в западном плёсе достигает 60 мг С/(м³ час). Биоседиментация автохтонных органических веществ и их бактериальное окисление снижают содержание кислорода в придонной водной массе под термоклином, расположенным на глубине 10–18 м, с 8–9 до 2–4 мг/л. Такая гипоксия неблагоприятна для бентосоядных видов рыб, однако годовой вылов рыбы в 1915–1980 составлял от 13 до 33 тыс. т.

В водном балансе озера Онтарио вклад атмосферных осадков наименьший (7%). Минерализация водной массы наибольшая – 233 мг/л. Летом чётко выражена температурная стратификация с термоклином на глубине 10–30 м в разные годы, под которым температура снижается с 6 до 4 °С на глубине 100 м и до дна. Вдольбереговой ледяной покров на 15% акватории образуется поздно – в середине января, сходит в начале апреля. Режим прозрачности водной массы подобен её изменениям в озере Эри в вегетационный период. С июля до конца сентября в поверхностном слое отмечается пересыщение воды кислородом (до 110–150%), в придонных слоях насыщение не падает ниже 85–90%. Биопродуктивность 5–15 мг С/(м³ час). Годовой вылов рыбы в 1975–1981 составлял от 1,1 до 3,5 тыс. т.

Состав наиболее распространённых видов планктона и бентоса в водных массах В. о. сходен. В холодолюбивом фитопланктоне доминируют диатомовые водоросли, среди полупогружённых макрофитов – камыш, ежеголовник, тростник, ситняг, из погружённых – харовые и полушниковые водоросли. Зоопланктон состоит

преимущественно из коловраток, кладоцер, копепод, имеются мизиды, зообентос – из олигохет, моллюсков. В Эри и Онтарио в фитопланктоне преобладают синезелёные, диатомовые, зелёные и динофитовые водоросли, из макрофитов – рогоз, уруть, рдесты, в зообентосе – хирономиды (мотыль). Во всех В. о. водятся корюшка, жёлтый окунь, алозы, светлопёрый судак, в Гуроне, Верхнем и Мичигане – кижуч, чавыча, голец-квистивомер, форель, сиг сельдевидный. На побережье озера Верхнее – парк Такуаменон-Фолс; остров Айл-Ройал (Верхнее) – в составе одноимённого национального парка; между Верхним и Мичиганом – резерват Сеней.

На ГЭС системы В. о. производится 50 млрд. кВт·ч энергии в год. Суммарное водопотребление из В. о. к кон. 20 в. превысило 20 км³/год. От 40 до 70% забираемой из озёр воды использовалось ТЭС и АЭС, от 20 до 48% – промышленными предприятиями, 5–9% – коммунальным хозяйством. Из района города Буффало вода озера Эри подаётся по каналу Эри в бассейн реки Гудзон, к городу Нью-Йорк. Для восполнения водных ресурсов В. о. ведётся переброска в озеро Верхнее части стока из речной системы Олбани (бассейн Гудзонова залива) через озёра Нипигон и Лонг-Лейк.

Великие озёра соединены с бассейном реки Миссисипи системой судоходных каналов, начинающейся у города Чикаго на озере Мичиган. Река Святого Лаврентия вместе с В. о. – важнейший естественный путь, соединяющий внутренние части США и Канады с Атлантическим океаном. Внутренний водный путь В. о. составляет 1870 км благодаря наличию шлюзованных каналов в обход порогов на реке Сент-Мэрис (канал Су-Сент-Мари) и Ниагарского водопада (два канала Уэлленд, Канада, США). После завершённой в 1959 реконструкции каналов, сооружённых в обход порожистых участков на реке Святого Лаврентия, создан водный путь из Атлантического океана в В. о. протяжённостью 3 тыс. км и глубиной не менее 8 м, доступный для крупных морских судов. Главные порты – Дулут, Милуоки, Чикаго, Толидо, Кливленд, Эри, Буффало (США), Тандер-Бей, Гамильтон, Торонто (Канада).

Сброс коммунальных и промышленных сточных вод привёл к сильному загрязнению и эвтрофикации В. о. (особенно в заливах). Вследствие деградации ихтиофауны из некоторых районов побережий Мичигана, Гурона, Верхнего почти исчезли ранее

многочисленные популяции норки и выдры. В тканях рыб отмечаются высокие концентрации ДДТ и ртути. Наименее пострадало от антропогенного воздействия озеро Верхнее, сохранив олиготрофный статус из-за большого размера, замедленности водообмена и невысокой плотности заселения территории водосбора (4,5 чел./км²). Вода в нём наиболее прозрачна, отличается наименьшим содержанием доступного для фитопланктона фосфора (<3 мг P/м³), низким показателем биомассы фитопланктона – хлорофилла *a* (<0,4 мг/м³) и наименьшей первичной продукцией органических веществ. Наиболее низкое качество воды – в самом проточном озере Эри из-за меньших размеров и наибольшей нагрузки его эвтрофной экосистемы загрязняющими веществами сточных вод крупных городов. Экосистема Эри испытала сильнейшее эвтрофирование, но и ранее, чем в других озёрах, наступает её оздоровление благодаря запрету сброса в В. о. недостаточно очищенных сточных вод и наибольшей проточности. Водные массы Мичигана у южных берегов мезотрофны, в центральной части – олиготрофны. Видовой состав фитопланктона Гурона характерен для олиготрофных озёр, но воды залива Сагино сильно эвтрофированы. Прибрежные воды Онтарио эвтрофны и мезотрофны. Будучи замыкающим, оно получает биогенные и токсичные вещества из остальных озёр (за последние годы скорость эвтрофирования заметно понизилась). В 1909 правительства США и Канады подписали соглашения о совместном рациональном использовании водных ресурсов. В последней четверти 20 в. работы по улучшению состояния В. о. активизировались. В результате содержание фосфора в сбрасываемых в Эри водах сократилось на 80%, снизились биомасса фитопланктона и дефицит кислорода в придонной водной массе. Для сохранности олиготрофии Мичигана обработанные сточные воды города Чикаго сбрасывают по судоходному каналу в бассейн реки Миссисипи. Правительства Канады и США продолжают финансировать исследования и проекты улучшения экологического состояния В. о.

Литература

Лит.: Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. Л., 1974; Biennial report under the Great Lakes water quality agreement of 1978. Wash. a.o., 1982–2004–. Vol. 1–12–; Data book of world lake environments – A survey of state of world lakes. ILEC\UNEP, Otsu, 1988

Vol. I; Кондратьев К. Я., Поздняков Д. В. Экология Великих Североамериканских озер: проблемы, решения, перспективы // Водные ресурсы. 1993. Т. 20. № 1; Эдельштейн К. К. Гидрология материков. М., 2005; Никаноров А. М. Региональная гидрохимия. Ростов-на-Дону, 2011; Реки и озёра мира. Энциклопедия. М., 2012.