

ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ

УДК 556.55

МЕЖСЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕКИ КЕРЖЕНЕЦ И ЕЕ СТАРИЦ

© 2013 г. Н.Г. Баянов, Т.В. Кривдина

Нижегородская лаборатория ФГБНУ ГосНИОРХ

Поступила в редакцию 11.11.2011 г.

Представлены результаты многолетних исследований гидрохимического режима стариц р. Керженец, в разной степени удалённых от реки, различающихся по степени проточности, грунтового питания и форме котловин.

Установлено, что гидрохимический режим стариц зависит главным образом от доли грунтового питания, состава талых речных вод и поверхностного стока в период дождей. Паводковые воды составляют основу водной массы тех озёр, где невелика роль грунтового питания. Половодье лишь временно гомогенизирует лимнологическое состояние пойменных озёр. Старицы, в отличие от реки, не обладают стабильными условиями обитания гидробионтов. Различия с речным режимом нарастают по мере удалённости от реки.

Введение. Исходя из понятия биома [16], среди гидробиомов выделяются лимнобиом, объединяющий экосистемы водных объектов с замедленным стоком, куда относятся озёра, а также реобиом, объединяющий лотические (речные) экосистемы. Существует несколько концепций организации лотических экосистем: метамерного строения [7], речного континуума [32], четырехмерной природы [33] и динамики пятен [30].

Водотокам свойственна структура последовательно связанных по их протяженности экосистем [9]. В.Н. Беклемишев [7] указывает, что биоценозы реки располагаются “правильными архитектурными комплексами, метамерно повторяющимися в соответствии с метамерным строением русла – меандры, плесы, перекаты”. К ним можно добавить затоки, старицы и староречья. Это создает характерную дискретно-континуальную биотопическую структуру речной экосистемы.

Таким образом, в пойме наряду с лотическими экосистемами (речное русло) существуют системы лентические (старичные озера). Различия между ними обусловлены главным образом наличием или отсутствием течения. Экосистемы лимнобиома более замкнуты, здесь процессы носят в большей мере поступательный, а не циклический характер. В пойменных водоёмах в отличие от билатеральной структуры реки, формируется радиальная структура в биотопическом и биономическом смысле [17]. Образуется профундальная

зона с большей монотонностью условий, нежели ранее на этом участке речного русла, появляется стратификация водной массы, процессы осаждения и накопления на дне биогенных элементов протекают более интенсивно, нежели в реке.

Пойму и русло реки необходимо рассматривать в единой геосистеме “русло – пойма” в едином пойменно-русовом комплексе [8], где подсистемы низшего ранга влияют друг на друга [24]. Сформулировавший концепцию четырехмерной природы лотических экосистем Д. Вард [33] обратил внимание как на пространственные, так и на временные изменения. Пространственное продольное измерение создают взаимодействующие выше- и нижележащие по течению элементы (части) экосистем. Поперечное создается взаимодействием русла, поймы и речной долины. Третье пространственное измерение проходит по вертикали и связано с взаимодействием между собственно речным потоком и грунтовыми водами, так называемым гипореосом [25, 26]. Таким образом, с позиций этой концепции реобиом – совокупность гидроэкосистем, имеющих выраженные со своими характерными свойствами продольный, поперечный и вертикальный градиенты, динамические изменения которых во времени определяют его целостность [17].

Между реобиомом и лимнобиомом имеются существенные различия во временных измерениях. В реобиоме преобладают периодические коле-

бательные процессы, в частности, смена паводка и межени [9]. Аналогичные колебательные процессы в лимнобиоме – смены периодов стагнации и перемешивания. Но более характерны для лимнобиомы поступательные однонаправленные процессы, в частности, так называемая олиготрофно-эвтрофная сукцессия [14]. Циклические процессы зависят от того, на каком отрезке поступательного процесса (стадии сукцессии или степени заболачивания озера) находится водоем.

Важным и до конца не понятным вопросом остается роль весеннего половодья в жизни поймы и пойменных озер. Согласно концепции пульса половодья [27], его подъем, расширяющий реку до размеров поймы, является главной силой, управляющей биоматерией в речной пойме. Он увеличивает первичную продукцию и структурирует среды обитания. Указывается, что продуктивность водных масс поймы намного выше, чем в главном русле реки [28, 29, 31].

Данная работа посвящена изучению гидролого-гидрохимических особенностей стариц р. Керженец – элементов пойменно-руслового комплекса, в сравнении между собой и рекой. Цель работы – рассмотрев сезонную динамику гидролого-гидрохимических показателей речных и озёрных вод в межсезонном аспекте, выделить определяющие биологический потенциал черты гидрохимии различных по глубине стариц Керженца, находящихся на разных стадиях своего развития и в неодинаковой степени связанных с рекой.

Материал и методы. Исследования проводились в период с 1995 по 2004 гг. и включали картирование водоемов, промеры глубин, наблюдения за гидролого-гидрохимическими показателями. В последние входило ежесезонное определение концентрации основных ионов, элементов и загрязняющих веществ. На объектах осуществляющегося в Керженском заповеднике гидромониторинга (р. Керженец, оз. Н. Рустайское, оз. Круглое, оз. Калачик) велось ежедневное слежение за уровнем воды, температурой, электропроводностью, цветностью, величиной pH поверхностных слоев. Ежедекадно замерялась величина БПК₅, а на старицах в 1997–1998 гг. велись ежемесячные наблюдения за кислородным режимом. Уровень воды определялся по рейкам-уровнемерам с точностью до 1 см. Температура – термометром “Checktemp” с точностью до 0.1 °C, электропроводность – кондуктометрами КП-001 и Dist-3 (до микросименса). Цветность воды определялась на фотоэлектроколориметре КФК-2М, pH – портативным pH-метром pHep 2 (до 0.1 ед.). Кислород замерялся термооксиметром “Марк-

302” от поверхности до дна с интервалом 0.5 м с точностью до 0.1 мг/дм³.

Электропроводность, цветность, БПК₅ определялись в лаборатории Керженского заповедника. Анализ отдельных ионов, элементов и загрязняющих веществ – в лаборатории ВВУГМС (г. Н. Новгород)

Подходы к выделению сезонов, среднегодовые сроки начала и окончания каждого гидрологического периода на реке Керженец были определены нами ранее [3, 4].

Результаты исследований и их обсуждение.
Характеристика лет наблюдений по температурному режиму и условиям водности. Согласно данных многолетних наблюдений метеостанции г. Семенов последнее десятилетие XX в. было теплее предыдущих [20]. В течение столетия среднегодовая температура увеличилась на 1.4 °C, наиболее активно с 1960-х гг. В 1990-е гг. достигнута наибольшая среднегодовая температура воздуха +5.4 °C. Повышение $t_{\text{возд.}}$ в 1990-е гг. не было общим для всех месяцев. Потеплели зима (особенно январь и февраль), апрель, июнь и октябрь. Прохладнее стало в августе и ноябре.

Начало теплого периода ($t_{\text{возд.}} > 0$ °C) сдвинулось с 4–5 апреля на 25 марта. На 3 дня раньше (20–21/IV) стал начинаться период со среднесуточной $t_{\text{возд.}} > 5$ °C, дата перехода $t_{\text{возд.}}$ выше 15 °C установилась на 3 апреля (в 1930–1960 гг. – 2–9 апреля). Теплый период удлинился в среднем на 10 дней.

Последнее десятилетие XX в. было не только самым тёплым, но и самым увлажнённым. Все годы кроме 1996 г. годовые суммы осадков превышали среднюю за 1935–1984 гг. величину на 55–180 мм. Во все месяцы года, среднего для десятилетия 1990-х гг., кроме апреля и мая месячные осадки превышали многолетнюю норму. В 1990-х гг. средняя сумма осадков за год увеличилась до 640 мм, при многолетней норме 566 мм. В конце века в теплый период года выпадало в среднем 432 мм осадков, или 67.5% годовой нормы, что свидетельствует о сохранении среднего многолетнего соотношения осадков тёплого и холодного периодов.

От водоносности, водного режима, режима стока наносов, а через них – от климата, рельефа, геологического строения, почвенного и растительного покрова зависят русловые деформации Керженца [23, 24]. Среднегодовой расход воды в среднем течении реки (н/п Хахалы) составляет 22.6 м³/с, а наибольший, приходящийся на апрель – 114 м³/с. Средняя минимальная скорость в межень составляет 0.2 м/с, средняя максимальная в половодье – 0.9 м/с. Керженец характеризуется высоким весенним поло-

Таблица 1. Основные морфометрические характеристики пойменных озёр Керженского заповедника

Озеро	Длина, м	А.О., м	Ширина, м	Площадь, га	Длина берега, м	КРБЛ
Бидикеево	780	84.5	22	1.70	1400	3.03
Гришино (Сухарня)	200	83.5	40	0.80	500	1.58
Ягодное	470	—	26	1.20	1050	2.70
Гришино	770	83.4	27	2.10	1600	3.12
Заводь	260	82.8	27	0.70	600	2.02
Верхнее Яровское	430	82.3	26	1.10	850	2.29
Нижнее Яровское	720	81.3	30	2.15	1500	2.89
Язево	800	81.9	30	2.40	1600	2.91
Драничное	600	81.3	30	1.80	1200	2.52
Рустайское Верхнее	370	80.6	22	0.80	750	2.37
Круглое	200	81.3	63	1.25	550	1.39
Кукушкино	30	83.0	20	0.05	80	1.05
Калачик	500	81.0	40	2.00	1100	2.19
Вишенское	510	82.8	57	2.90	1400	2.32
Сиротинное	1130	82.9	36	4.10	2900	4.04
Кости	900	79.4	38	3.40	1850	2.83
Красный Яр	1620	78.3	35	5.60	3300	3.93
Черный Яр	1200	79.6	49	5.90	2550	2.96
Рустайское Нижнее	800	80.5	17	1.40	1650	3.96
Верхнее Котельское	400	79.9	23	0.90	820	2.40
Нижнее Котельское	220	79.9	32	0.70	450	1.52
Дальнее Котельское	320	80.6	35	1.10	620	1.65

Примечания: Список озёр представлен по ходу течения р. Керженец
 КРБЛ – коэффициент развития береговой линии (Богословский, 1960);
 АО – абсолютная отметка уровня воды в озере относительно уровня моря.

водьем, высокой или низкой летней меженью с вероятными дождевыми паводками, невысокими осенними паводками и низкой устойчивой зимней меженью [15]. Средний срок начала половодья в последнее десятилетие приходится на 6 апреля. Длительность подъема уровня – 17 дней; спад в среднем продолжается 24 дня – до конца мая. За последние 10 лет (по наблюдениям в заповеднике “Керженский”) наибольшие половодья отмечались в 2001 г. (410 см над условным нулем межи) и в 2005 г. (438 см). В 2001, 2003 и 2004 гг. зафиксированы кратковременные дождевые летние паводки (в среднем 70–80 см). В остальные годы уровень воды в половодье едва достигал 250 см, а летом и осенью был не выше 50 см.

Физико-географическое описание поймы р. Керженец и стариц. Река Керженец – левый приток Волги, пересекающий аллювиальную равнину, сложенную песками пра-Волги и днепровскими флювиогляциальными отложениями [21]. Русло реки испытывает активные горизонтальные деформации, выражающиеся в размыве вогнутых и намыве выпуклых берегов, спрямлении очень крутых излучин и развитии новых [11]. Пойма имеет сегментно-гравистую структуру, преиму-

щественно двухсторонняя, шириной 0.3–1.0 км. Поверхность ее бугристая, умеренно пересечена старицами и староречьями, которых в пределах заповедника около 30 общей площадью водного зеркала 0.70 км².

Согласно типизации пойменно-русловых комплексов (ПРК) Керженца О.В. Кораблевой [12] старицы расположены в пределах аккумулятивного ПРК, находящегося на стадии зрелой поймы. Положение пойменных зон в пространстве и времени не является устойчивым и зависит от положения русла реки в тот или иной период.

Пойменные озера, чаще подковообразной формы, узкие, с шириной варьирующей от 10–15 м (оз. Заводь) до 50–60 м (оз. Вишенское), в зависимости от стадии зарастания и исходных размеров русла реки в этом месте. Длины их (табл. 1) варьируют в довольно широких пределах – от 30 м (оз. Кукушкино) до 1.5 км (оз. Кости), площади – от одного до нескольких гектаров. Близким по форме к кругу является оз. Круглое с показателем развития береговой линии 1.4. У большинства других озёр он значительно выше – от 2.0 до 3.0, что отражает отмеченное О.В. Кораблевой

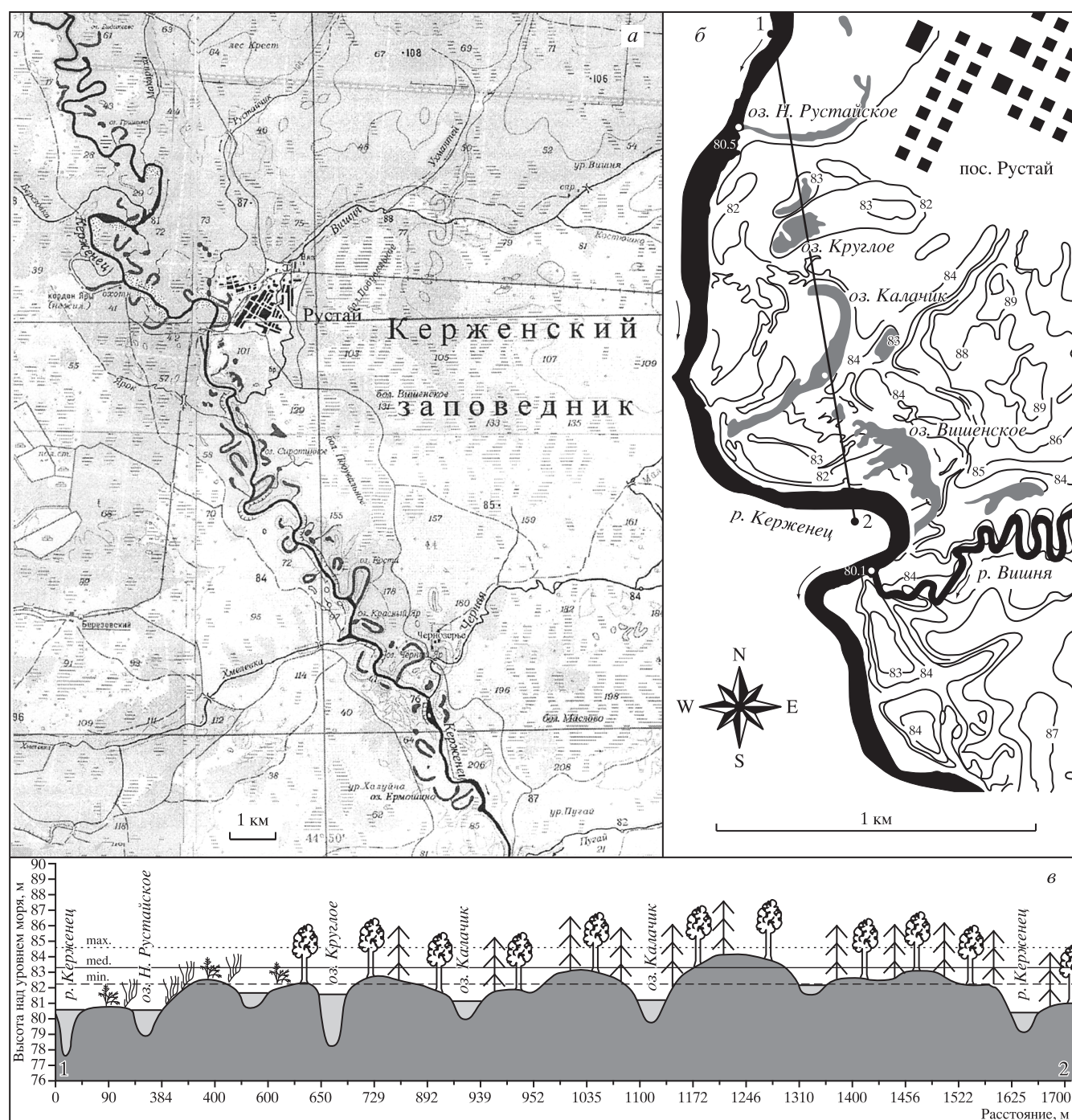


Рис. 1. Пойменные озёра р. Керженец: а – участок р. Керженец Керженского заповедника; б – старицы-объекты гидрологического мониторинга; в – профиль через пойму р. Керженец.

[12] преобладание сегментных излучин русла Керженца. У озёр Сиротинное, Красный Яр и Н. Рустайское, образовавшихся на месте петлеобразных излучин русла, береговая линия еще более сложная. Объемы воды в старицах невелики и при средних глубинах около 1.0 м составляют от 7–10 до 50–60 тыс. м³. Максимальные глубины, как правило, не превышают 3.5 м, лишь отдельные

озёра заметно глубже: оз. Кукушкино – до 6.0 м и оз. Круглое – 8.5 м.

По причине неодинаковой высоты расположения стариц относительно реки они характеризуются разной степенью контакта с речными водами. В период весеннего половодья пойма затопливается на срок 7–15 сут слоем воды 1–4 м [15]. В зависимости от его высоты с рекой соединяется то или иное ко-

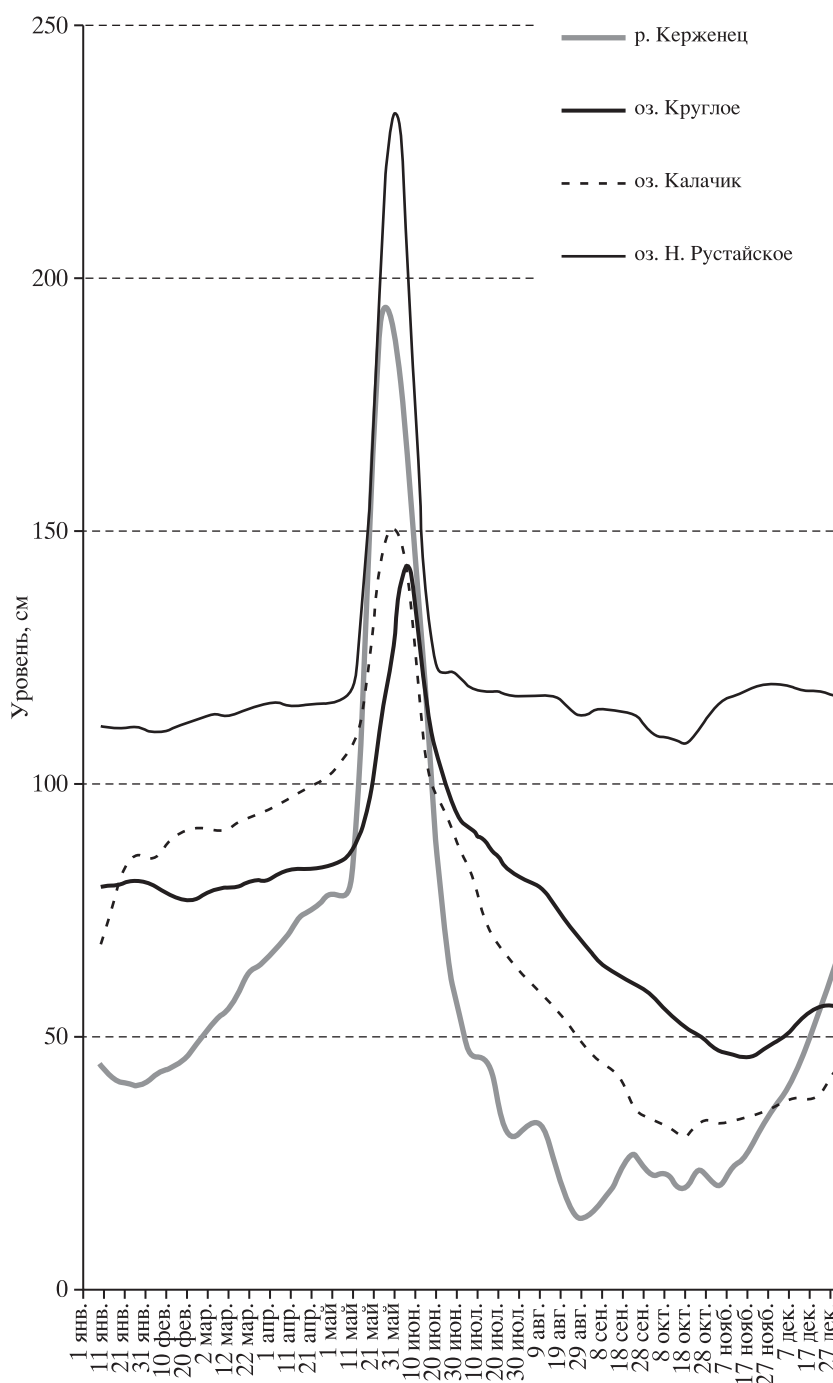


Рис. 2. Внутригодовая динамика уровня воды в водоемах — объектах гидромониторинга Керженского заповедника.

личество стариц (рис. 1). При большом половодье заливаются практически все пойменные озёра. В межень соединенным протокой с рекой остается оз. Н. Рустайское. Различная удалённость от реки определённым образом связана со степенью затенённости той или иной старицы. Находящееся у р. Керженца среди песчаной кустарниковой поймы оз. Н. Рустайское хорошо открыто солнечным лучам, тогда как лежащее в густом высокоствольном лесу оз. Калачик сильно затенено. Оз. Круг-

лое, также расположенное в густом лесу, благодаря своей форме имеет промежуточный показатель освещённости. Наиболее продуктивными являются старицы не утратившие ключевого питания и связи с рекой, расположенные в открытой солнечным лучам кустарниковой пойме [5].

Гидрологические особенности стариц. Динамика уровня и температуры воды в старицах подобна таковой в реке (рис. 2). Наиболее хорошо

повторяют график реки таковые озёра Круглое и Калачик. Для оз. Н. Рустайского характерно большее постоянство уровня в зимний и летне-осенний периоды, что свидетельствует о хорошей подпитке ключевыми водами. В безледный период на всех старицах имеет место понижение уровня, длящееся до первых чисел октября. С октября начинается осенне-зимний подъём, наиболее быстрый в реке.

Лед на всех водных объектах лежит до 15–20 апреля, после чего начинается весеннее половодье. Оно длится до средних чисел мая, – пока через старицы не пройдут все паводковые воды Керженца, и они не оформятся как отдельные водоёмы. Сроки начала наступления гидрологической весны, выделяемой нами по переходу температуры (t) воды через $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, в пойменных озёрах и Керженце приходятся на 20–22 апреля. Лето (переход t через $15\text{ }^{\circ}\text{C}$) наступает в старицах уже заметно раньше – 23–26 мая, тогда как в Керженце – 3 июня. “Жаркое лето” ($t > 20\text{ }^{\circ}\text{C}$) начинается в озёрах 18–19 июня и длится в среднем до 21 августа. В Керженце прогрев вод не так высок и не столь продолжителен: температуры выше $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ приходятся на период от 9 июля до 2 августа. Наступление осени (охлаждение ниже $15\text{ }^{\circ}\text{C}$) в реке регистрируется 31 августа, на озёрах – 13 сентября. Зима в озёрах наступает 20 октября, в Керженце позже (28 октября), что связано с замедленным охлаждением речных вод. Ледовый покров на пойменных озёрах устанавливается в середине ноября, Керженец же полностью замерзает в первых числах декабря. Толщина льда на Керженце и старицах достигает полуметра.

Таким образом, на ходе гидрологического года стариц (в отличие от непойменных озёр), отражается речное половодье, что растягивает весну. В сравнении же с рекой более продолжительны лето и зима, короче осень.

Главное отличие в термическом режиме речных и озёрных водных масс – отсутствие температурного расслоения в первых и наличие такового во вторых в летнее время. В большинстве стариц наблюдается прогретый до $15\text{--}20^{\circ}\text{C}$ эпилимнион, гиполимнион с температурами $6\text{--}8^{\circ}\text{C}$ и слой температурного скачка или металимнион. Глубина залегания термоклина зависящая от размера и формы водоема – $1.5\text{--}2.5$ м. Несколько лучше прогревается оз. Круглое, где металимнион расположен на глубине от 2.0 до 3.0 м. Термическое расслоение водных масс столь неглубоких озёр, каковыми является большинство стариц, объясняется их узкой продолговатой формой, защищенно-

стью от ветрового перемешивания окружающим высоким лесом и малой прозрачностью вод.

Данные по годовому ходу температур разных водных слоёв стариц Круглое, Калачик и Н. Рустайское представлены на рис. 3, из которого хорошо видны периоды наступления весеннего (конец апреля) и осеннего (вторая половина октября) перемешиваний, а также максимального прогрева.

Газовый режим реки, в отличие от такового стариц, характеризуется межсезонной стабильностью. Концентрация O_2 речных вод сохраняется вблизи $6.0\text{--}9.0\text{ мг/дм}^3$ круглый год по всем глубинам, незначительно уменьшаясь лишь летом вместе с прогревом и в период ледостава. В старицах же наряду с расслоением водной толщи заметны изменения O_2 и в поверхностных горизонтах. Зимой концентрация понижается до $1.5\text{--}2.5\text{ мг/дм}^3$, летом же повышается до 16.0 мг/дм^3 .

Температурное расслоение в озёрах приводит к неоднородности распределения кислорода по глубинам. В весеннее время в мелких пойменных водоёмах происходит перемешивание и насыщение O_2 всей водной массы. Глубокие старицы перемешиваются полностью и обогащаются кислородом в годы исключительно большого половодья (рис. 4). Так за четырехлетний период наблюдений в оз. Круглом насыщение придонных слоёв отмечалось лишь в последних числах апреля 1998 г. Период обогащения стариц кислородом не только редок, но и очень непродолжителен. Даже самое сильное половодье на р. Керженец не спасает глубокие пойменные озёра от летнего замора.

От весны к лету происходит исчезновение O_2 из нижних слоёв и мелководных стариц. Так в оз. Калачик в высокое половодье 1998 г. после насыщения водной толщи в конце апреля, уже через месяц O_2 исчез с глубин более 2 м. В годы с низким половодьем развитие заморных процессов начинается в ещё более ранние сроки – в начале мая и длится всё лето. Кислород в значительных концентрациях присутствует лишь в верхней метровой толще, что и позволяет сохраниться обитающим в старицах гидробионтам.

Содержание CO_2 в Керженце летом возрастает до 34.3 мг/дм^3 . В озёрах же этот показатель в отдельные даты достигает 43.0 мг/дм^3 , причём максимум в каждом озёре наблюдается весной. Минимальное количество, как в реке, так и в старицах отмечается осенью.

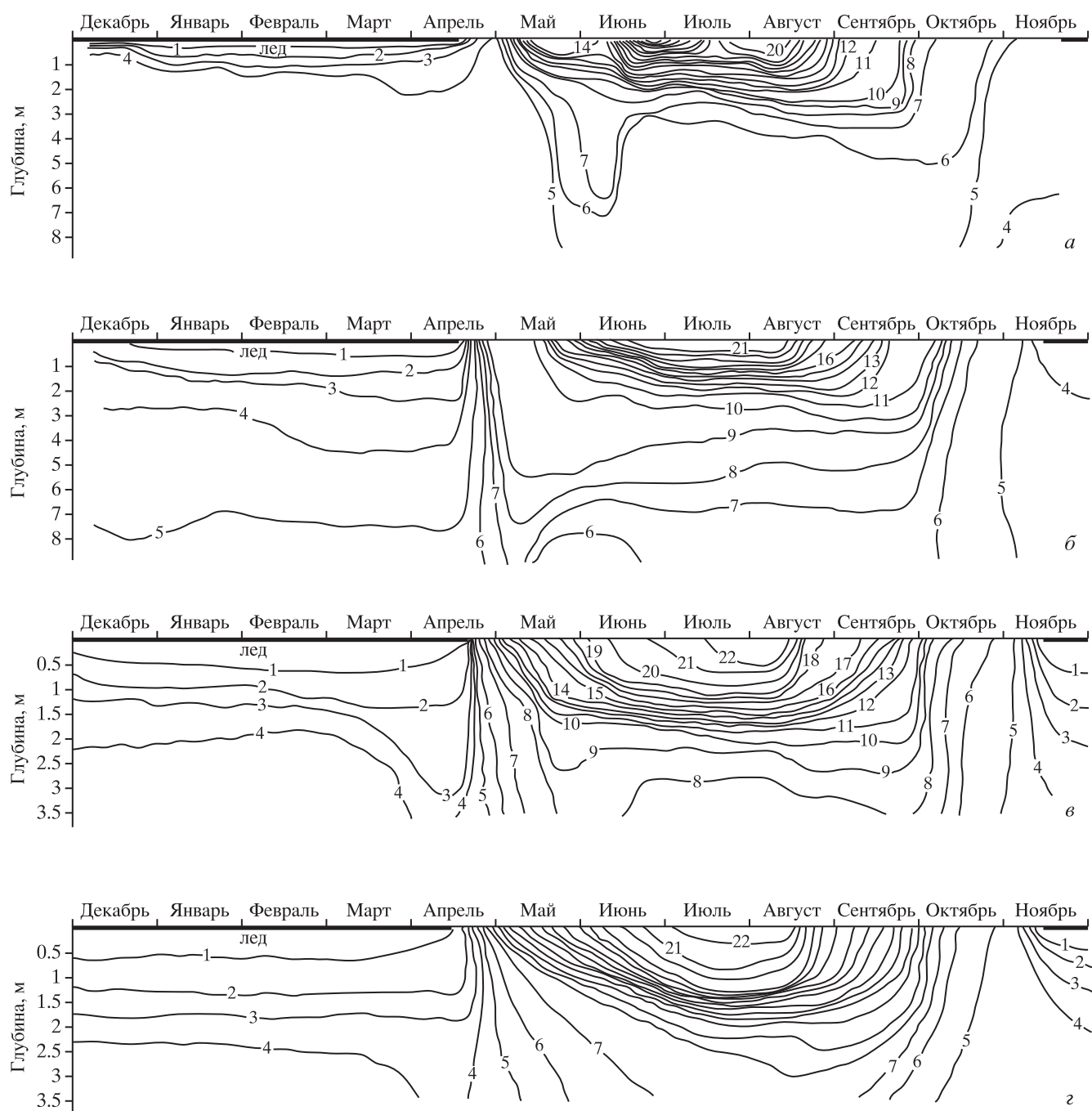


Рис. 3. Температурный режим пойменных озёр р. Керженец, °С: а – оз. Круглое 1997 г., б – оз. Круглое 1998 г., в – оз. Калачик 1998 г., з – оз. Н. Рустайское 1998 г.

Таким образом, в силу наличия течения и турбулентного перемешивания в реке, в отличие от стариц, имеет место большее постоянство газового режима в течение всего года.

Прозрачность пойменных озёр по диску Секки – 1–2 м. Наибольшей характеризуются озёра Сиротинное, Нижнее Рустайское и Красный Яр, где диск виден до 1.9–2.1 м. Прозрачность воды Керженца – около 1.0 м.

Максимумы прозрачности приходятся на зимнюю и летнюю межени. Во время весеннего и осеннего перемешиваний светопроницаемость вод падает. Наибольшие изменения характерны для вод р. Керженец и оз. Н. Рустайское. Малая величина прозрачности пойменных водоемов – одна из причин установления в них ярко выраженной стратификации [10].

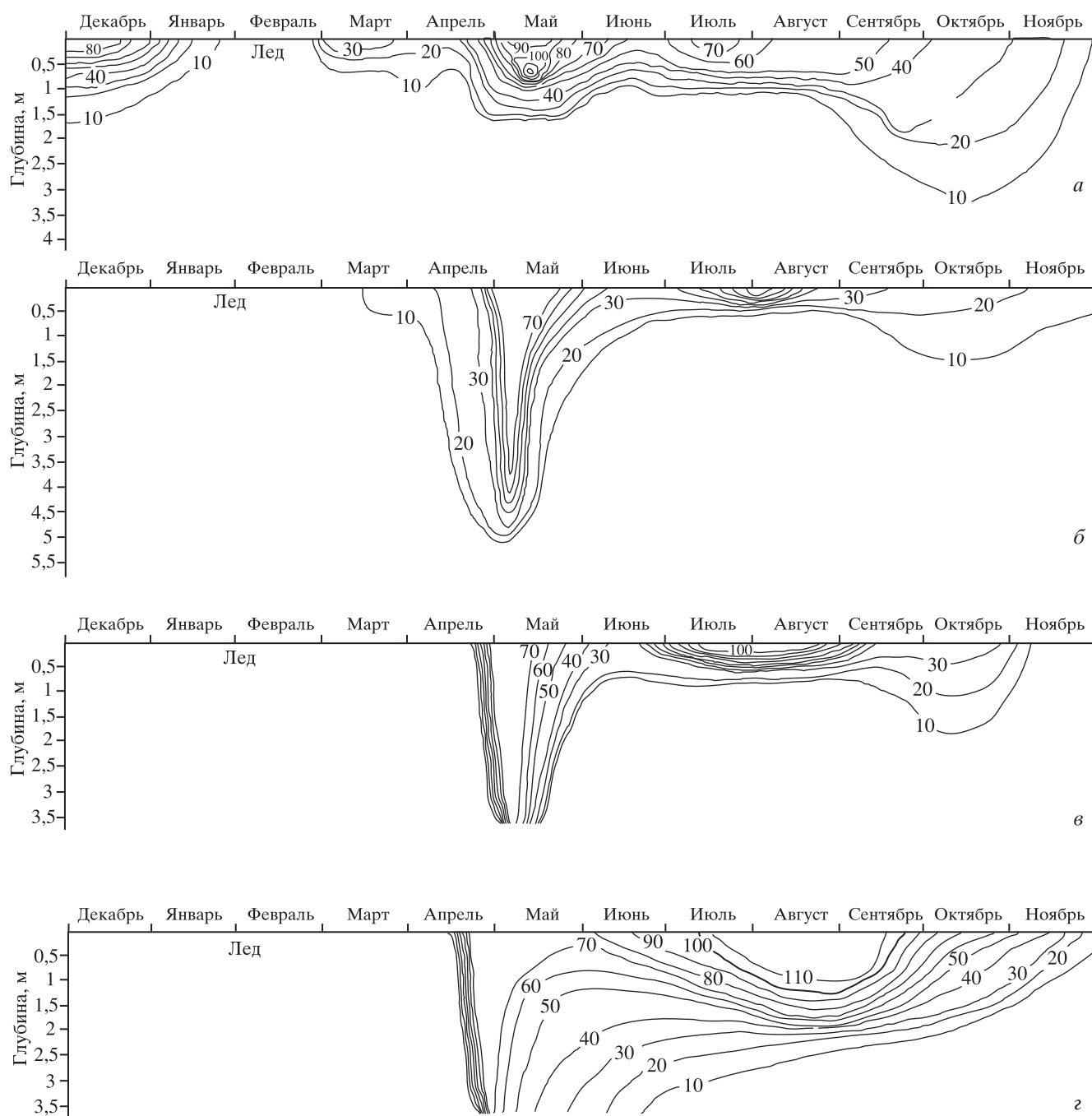


Рис. 4. Кислородный режим пойменных озёр р. Керженец, % насыщения: *а* – оз. Круглое 1997 г., *б* – оз. Круглое 1998 г., *в* – оз. Калачик 1998 г., *г* – оз. Н. Рустайское 1998 г.

Минерализация. Продукционные свойства природных вод зависят от активной реакции среды, общей минерализации, наличия минерального азота и фосфора, углеродного питания [2].

Воды всех описываемых водоемов слабокислые. Среднегодовые величины рН – от 6.2 до 7.2. Наиболее высокие они в оз. Н. Рустайское и р. Керженец, более низкие – в оз. Круглое, Калачик, Красный Яр и Сиротинное (табл. 2). Общее

понижение рН в водных объектах имеет место в период весеннего половодья и обусловлено преобладанием в питании кислых талых вод. Летом в р. Керженец рН повышается до значений, близких к нейтральным, а в оз. Н. Рустайском – до слабощелочных. Благодаря фотосинтезу повышение рН до нейтральных показателей происходит в последней декаде июля – начале августа и в “кислых” старицах Круглое и Калачик.

Таблица 2. Минерализация (ΣI), жёсткость, pH и классификация вод р. Керженец и пойменных озёр (среднемноголетние данные за 1998–2004 гг.)

Водный объект	pH	Жесткость общ., мг-экв/дм³	Σ I , мг/ дм³	Классификация воды по О.А. Алекину*		
				класс	группа	тип
Зима						
р. Керженец	5.3	1.13	118.1	C	Ca(Na)	II
оз. Н. Рустайское	7.0	0.94	94.1	C	Na	II
оз. Круглое	5.9	0.86	59.9	C	Ca	IIIa
оз. Калачик	5.7	0.59	41.9	C	Mg	IIIa
Весна						
р. Керженец	6.0	0.59	36.6	C(S)	Ca(Mg)	IIIa
оз. Н. Рустайское	7.2	0.83	74.8	S	Ca	IIIa
оз. Круглое	6.6	0.58	37.6	S	Ca	IIIa
оз. Калачик	6.3	0.45	40.5	C	Ca	IIIa
оз. Красный Яр	6.8	0.34	27.3	S	Ca	IIIa
оз. Сиротинное	6.5	0.35	26.6	S	Ca	IIIa
Лето						
р. Керженец	6.6	1.09	95.0	C	Ca	II
оз. Н. Рустайское	7.8	1.12	100.0	C	Ca	IIIa
оз. Круглое	6.8	0.57	63.9	C	Ca	II
оз. Калачик	6.6	0.51	51.3	C	Ca	II
оз. Красный Яр	6.6	0.58	56.9	C	Ca	II
оз. Сиротинное	6.6	0.38	39.3	C	Ca	II
Осень						
р. Керженец	6.9	1.15	83.5	C	Ca	IIIa
оз. Н. Рустайское	6.6	1.02	102.3	C	Ca	IIIa
оз. Круглое	6.1	0.80	66.2	C	Ca	IIIa
оз. Калачик	6.1	0.68	51.0	C	Ca	IIIa
оз. Красный Яр	5.4	0.65	66.7	C	Ca	I
оз. Сиротинное	5.5	0.38	36.6	C	Ca	II
Среднее за вегетационный сезон						
р. Керженец	6.5	0.94	71.7	C	Ca	IIIa
оз. Н. Рустайское	7.2	0.99	92.4	C	Ca	IIIa
оз. Круглое	6.4	0.65	55.9	C	Ca	IIIa
оз. Калачик	6.2	0.55	47.6	C	Ca	IIIa
оз. Красный Яр	6.2	0.52	50.3	C	Ca	II
оз. Сиротинное	6.2	0.37	34.2	C	Ca	II
Среднегодовое						
р. Керженец	6.2	0.99	83.3	C	Ca	IIIa
оз. Н. Рустайское	7.2	0.98	92.8	C	Ca	IIIa
оз. Круглое	6.4	0.70	56.9	C	Ca	IIIa
оз. Калачик	6.2	0.56	46.2	C	Ca	IIIa

* Классификация воды основана на результатах большинства анализов. Следует отметить, что состав вод р. Керженец и пойменных озёр нестабилен во все сезоны, поэтому класс вод может меняться (см. текст).

Воды р. Керженец и пойменных озёр ультрапресные, мягкие [1]. Керженец имеет более высокую минерализацию и жесткость, чем старицы (табл. 2). Самые высокие значения минерализации зафиксированы зимой – 118.1 мг/л. Класс вод в этот сезон гидрокарбонатный, иногда хлоридный, что связано с усилением грунтового

питания. При этом группа воды чаще кальциевая, иногда натриевая, а тип воды изменяется от I ($\text{HCO}_3 > \text{Ca} + \text{Mg}$), до II ($\text{HCO}_3 < \text{Ca} + \text{Mg} < \text{HCO}_3 + \text{SO}_4$) и IIIa ($\text{HCO}_3 + \text{SO}_4 < \text{Ca} + \text{Mg}$ и $\text{Cl} < \text{Na} + \text{Mg}$).

Минерализация вод оз. Н. Рустайского зимой близка к таковой р. Керженец, в озерах Круглое и

Калачик примерно в 2 раза ниже (табл. 2). Воды стариц в этот период относятся либо к гидрокарбонатному, либо к сульфатному классам. Группа воды в оз. Н. Рустайское в разные годы меняется: кальциевая, магниевая, натриевая; в оз. Круглое – кальциевая и магниевая; в оз. Калачик – магниевая и натриевая. Тип воды, в оз. Н. Рустайское, Круглое и Калачик также постоянно меняется с I на II и IIIa.

В период паводка в р. Керженец происходит разбавление воды в 3 раза (расчет по изменению общей минерализации). Этой водой заполняются пойменные озёра. Разбавление воды в самих озёрах происходит в меньшей степени.

Летом минерализация воды в р. Керженец возрастает в 2.6 раза и достигает величин близких к зимним (95.0 мг/дм³). В старицах также налицо рост концентрации до более высоких, чем зимние, значений.

Весной в р. Керженец среди анионов в большинстве случаев преобладают гидрокарбонаты, иногда – сульфаты, среди катионов – кальций и магний. Летом и осенью из катионов – кальций, среди анионов, чаще – гидрокарбонаты. Во все сезоны года, кроме зимы, тип воды преимущественно IIIa (Cl>Na+Mg).

В большинстве озер (кроме оз. Калачик) весной класс воды преимущественно сульфатный. При этом группа в большинстве случаев кальциевая, но в отдельные даты она может быть магниевой или натриевой. Тип воды также изменяется от II до IIIa. Класс воды оз. Калачик был и хлоридным, и сульфатным, и гидрокарбонатным. Группа – кальциевая, магниевая, натриевая. Тип – I, II, IIIa. Мы видим, что состав вод изучаемых объектов весной очень зависит от качества и количества талых вод.

В летнее время класс вод в большинстве водоемов – гидрокарбонатный (только в оз. Калачик он может быть и сульфатным). Группы вод везде меняются (с кальциевой на магниевую или натриевую); лишь в оз. Кр. Яр – стабильно кальциевая. Тип воды в большинстве озёр – II и IIIa (табл. 2). В озерах он более стабилен, но также может меняться, особенно в период дождей. Такие изменения характерны для маломинерализованных озёр Нижегородского Заволжья [6]. Более постоянный состав вод отмечен для оз. Н. Рустайское и р. Керженец, поскольку здесь значительно выше сумма ионов.

Осенью, особенно в период дождей, класс вод, как в р. Керженец, так и в озёрах часто меняется на сульфатный (сток с расположенных рядом

болот, усиление грунтового питания). Катионный состав также весьма нестабилен: во всех водоемах в осеннее время увеличивается содержание магния и натрия. Зимой в большинстве объектов возрастают хлориды и магний, поскольку доля грунтового питания ещё более возрастает.

Немаловажным фактором для роста водорослей является *соотношение одновалентных и двухвалентных катионов* (Rearsall, 1921; цит. по: [13]), отвечающих за ионный транспорт, активность ферментов и осмотическую регуляцию. По данным Л.Г. Корневой [13] величина соотношения унивалентных и бивалентных катионов в маломинерализованных водах меньше 0.3 характерна для эвтрофных (в них, как правило, доминируют диатомовые водоросли) и больше 0.3 для олиго-мезотрофных водоемов. В нашем случае средне-вегетационные значения соотношения ниже указанного значения характерны для р. Керженец, оз. Калачик и оз. Кр. Яр; равны ему в водах оз. Сиротинное; выше – оз. Н. Рустайское и оз. Круглое. Самое низкое значение соотношения зафиксировано для р. Керженец. Обычно при таких низких величинах показателя воды богаче *силикатами*, что и наблюдается в р. Керженец. Наличие кремния важно для развития диатомовых водорослей [18]. Максимальное содержание Si в пойменных озерах значительно ниже, чем в реке и также наблюдалось в зимний период (4.2–7.4 мг/дм³). Весной, в связи с развитием водорослей, концентрации кремния везде уменьшаются (табл. 2).

Железо и цветность. Необходимым микроэлементом для развития водорослей является железо, которое тесно связано с окислительно-восстановительными реакциями и синтезом хлорофилла. В кислых гуматных водах железо обычно включено в органический комплекс. Интенсивность окрашенности вод (цветность) и является следствием степени концентрации этих комплексов [19]. Высокая цветность является неблагоприятным фактором для развития гидробионтов [10].

В сравнении со своими старицами Керженец обладает водами средней цветности – в пределах 96–185° Pt-Co шкалы, со среднегодовой – 140°. Заметно менее окрашены воды оз. Н. Рустайское (среднегодовое значение 86°). Стабильно высокие показатели у оз. Круглое (167–177°) и оз. Калачик (114–211°). Сближение показателей цветности во всех рассматриваемых водных объектах наблюдается в период половодья (в мае). Остальную часть года имеют место существенные различия (рис. 5).

Средневегетационное содержание *органического вещества* (по ХПК) в воде р. Керженец –

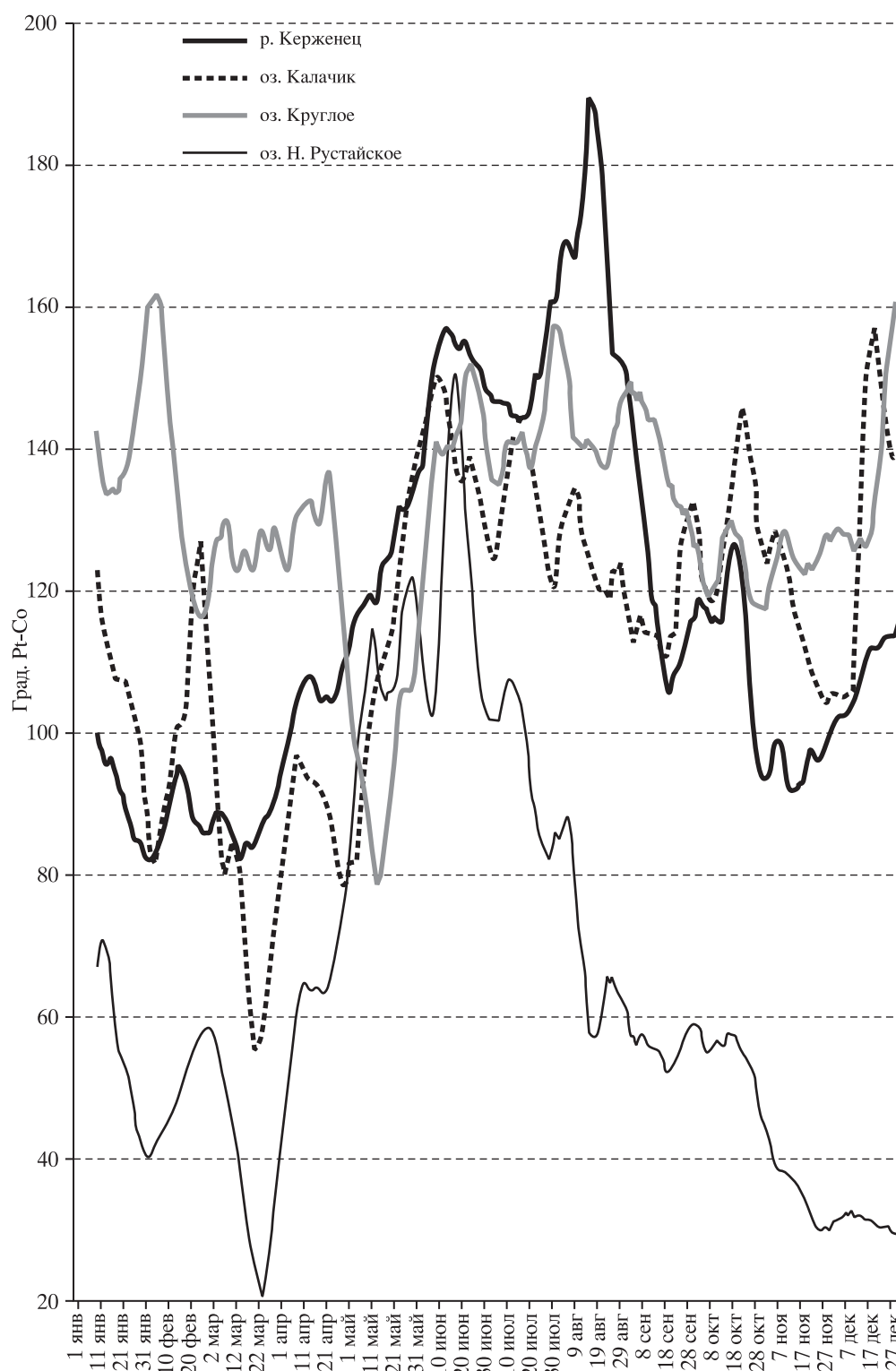


Рис. 5. Внутригодовая динамика цветности воды водоёмов – объектов гидромониторинга Керженского заповедника.

39.3 мгО₂/дм³, в большинстве озёр 31.6–40.3 мгО₂/дм³, и лишь в оз. Кр. Яр – 60.4 мгО₂/дм³. Средняя за сезон величина БПК₅ в р. Керженец 2.4 мгО₂/дм³, а во всех озёрах выше 3.0 мгО₂/дм³.

От зимы к осени в р. Керженец происходит понижение содержания ОВ с 46.0 до 34.4 мгО₂/дм³. В оз. Н. Рустайском количество трудноокисляемых ОВ в течение всего года по сравнению с рекой ниже, но так же как и в р. Керженец, понижается

Таблица 3. Цветность, содержание железа и органических соединений в воде р. Керженец и пойменных озёр. Среднемноголетние данные за 1998–2004 гг.

Водный объект	Цвет, град	Fe, мг/л	БПК ₅ , мг O ₂ /л	ХПК, мг O ₂ /л	Цв/ХПК	БПК/ХПК, %
Зима						
р. Керженец	118.6	0.19	3.3	46.0	2.6	7
оз. Н. Рустайское	46.5	0.61	3.6	33.8	1.4	11
оз. Круглое	170.8	0.16	4.4	32.4	5.3	14
оз. Калачик	114.4	0.71	4.9	34.2	3.3	14
Весна						
р. Керженец	161.5	0.39	2.5	39.9	4.0	6
оз. Н. Рустайское	192.0	0.19	3.3	42.3	4.5	8
оз. Круглое	162.4	0.24	4.1	40.7	4.0	10
оз. Калачик	210.9	0.23	3.2	33.6	6.3	10
оз. Красный Яр	251.3	0.55	2.1	69.4	3.6	3
оз. Сиротинное	135.0	0.30	–	33.1	4.1	–
Лето						
р. Керженец	185.1	0.20	2.4	43.7	4.2	5
оз. Н. Рустайское	46.5	0.16	3.6	25.9	1.8	14
оз. Круглое	166.7	0.12	4.2	41.4	4.0	10
оз. Калачик	141.0	0.09	4.6	44.3	3.2	10
оз. Красный Яр	181.0	0.85	3.0	69.0	2.6	4
оз. Сиротинное	127.0	0.24	1.4	49.1	2.6	3
Осень						
р. Керженец	96.3	0.54	2.3	34.4	2.8	7
оз. Н. Рустайское	57.5	0.08	3.1	26.7	2.2	12
оз. Круглое	176.7	0.50	4.2	38.9	4.5	11
оз. Калачик	167.7	0.79	4.4	25.0	6.7	18
оз. Красный Яр	243.3	1.41	4.6	42.7	5.7	11
оз. Сиротинное	200.0	–	4.2	26.8	7.5	16
Среднее за вегетационный сезон						
р. Керженец	147.6	0.37	2.4	39.3	3.8	6
оз. Н. Рустайское	98.7	0.14	3.3	31.6	3.1	10
оз. Круглое	168.6	0.29	4.2	40.3	4.2	10
оз. Калачик	173.2	0.37	3.9	34.3	5.1	11
оз. Красный Яр	225.2	0.94	3.3	60.4	3.7	5
оз. Сиротинное	154.0	0.27	2.8	36.3	4.2	8
Среднее за год						
р. Керженец	140.4	0.33	2.9	41.0	3.4	7
оз. Н. Рустайское	85.6	0.26	3.4	32.2	2.7	11
оз. Круглое	169.1	0.26	4.3	38.3	4.4	11
оз. Калачик	158.5	0.45	4.4	34.3	4.6	13

от зимы к осени. При этом в озере происходит снижение концентраций ОВ за счет перехода их в донные отложения. В то же время количество автохтонного легкоокисляемого ОВ увеличивается: в летнее и осеннее время оно достигает 14–12% от общего. В оз. Круглом рост общей органики наблюдается от зимы к лету с незначительным понижением осенью. Уровень содержания легкоокисляемой фракции ОВ довольно постоянен. Для оз. Калачик также наблюдается повышение

ХПК от весны к лету и снижение осенью. Величина БПК₅ повышается от весны к зиме. Соотношение БПК₅/ХПК для р. Керженец в течение года меньше 5–7%, для большинства стариц 8–18% (табл. 3). Во всех исследуемых озёрах наблюдается снижение аллохтонного и рост автохтонного ОВ от весны к осени.

Следовательно, отличие реки от стариц заключается в первую очередь в разной доле легкоокисляемых веществ в их водах. Если в реке

Таблица 4. Содержание биогенных элементов в воде р. Керженец и пойменных озер. Среднемноголетние данные за 1998–2004 гг.

Водный объект	NO ₃ (N), мг/дм ³	NO ₂ (N), мг/дм ³	NH ₄ (N), мг/ дм ³	ΣN, мг/дм ³	P _{min} , мг/ дм ³	P _{общ.} , мг/дм ³	P _{min} /P _{общ.} (%)	N _{min} :P _{min}
Зима								
р. Керженец	0.99	0.037	0.28	1.31	0.030	0.038	78.9	43.2:1
оз. Н. Рустайское	3.08	0.144	0.55	3.77	0.010	0.041	24.4	371.3:1
оз. Круглое	0.38	0.011	0.93	1.32	0.013	0.042	31.0	105.4:1
оз. Калачик	0.08	0.008	0.87	0.96	0.049	0.113	43.4	19.6:1
Весна								
р. Керженец	0.14	0.009	0.62	0.77	0.016	0.040	40.0	46.9:1
оз. Н. Рустайское	0.30	0.011	0.83	1.14	0.019	0.054	35.2	61.5:1
оз. Круглое	0.12	0.009	0.68	0.81	0.001	0.021	4.8	1080.0:1
оз. Калачик	0.22	0.009	0.80	1.03	0.008	0.028	28.6	131.1:1
оз. Красный Яр	0.15	0.004	0.77	0.92	0.002	0.023	8.7	554.4:1
оз. Сиротинное	0.44	0.001	0.40	0.84	0.000	0.026	–	–
Лето								
р. Керженец	0.29	0.025	0.57	0.88	0.068	0.137	49.6	12.9:1
оз. Н. Рустайское	1.10	0.021	0.19	1.32	0.022	0.075	29.3	59.5:1
оз. Круглое	0.56	0.046	0.72	1.33	0.011	0.298	3.7	122.5:1
оз. Калачик	0.12	0.005	0.50	0.62	0.039	0.111	35.1	16.0:1
оз. Красный Яр	0.07	0.000	1.04	1.11	0.005	0.133	3.8	221.3:1
оз. Сиротинное	0.03	0.000	0.65	0.68	0.048	0.117	41.0	14.0:1
Осень								
р. Керженец	0.71	0.011	0.19	0.90	0.042	0.060	70.0	21.7:1
оз. Н. Рустайское	2.72	0.047	0.18	2.95	0.002	0.038	5.3	1963.3:1
оз. Круглое	0.30	0.008	0.64	0.94	0.006	0.052	11.5	153.2:1
оз. Калачик	0.10	0.000	0.58	0.68	0.016	0.117	13.7	43.4:1
оз. Красный Яр	0.14	0.009	0.76	0.91	0.011	0.156	7.1	82.4:1
оз. Сиротинное	0.48	0.000	0.64	1.12	0.005	0.140	3.6	224.0:1
Среднее за вегетационный сезон								
р. Керженец	0.38	0.015	0.46	0.85	0.042	0.081	51.9	20.2:1
оз. Н. Рустайское	1.37	0.026	0.40	1.80	0.014	0.056	25.0	128.2
оз. Круглое	0.33	0.021	0.68	1.03	0.006	0.124	4.8	173.6:1
оз. Калачик	0.14	0.004	0.63	0.78	0.021	0.085	24.7	37.4:1
оз. Красный Яр	0.12	0.004	0.86	0.98	0.006	0.104	5.8	166.3:1
оз. Сиротинное	0.32	0.000	0.56	0.88	0.018	0.094	19.1	49.7:1
Среднее за год								
р. Керженец	0.53	0.020	0.41	0.97	0.039	0.070	55.7	24.6:1
оз. Н. Рустайское	1.80	0.056	0.44	2.29	0.013	0.052	25.0	175.4:1
оз. Круглое	0.34	0.018	0.74	1.10	0.008	0.103	7.8	145.4:1
оз. Калачик	0.13	0.005	0.69	0.82	0.028	0.092	30.4	29.6:1

практически весь год доминирует аллохтонная трудноокисляемая органика, то в старицах, доля легкоокисляемых веществ значительно выше. Подъем показателей БПК₅ особенно характерен для осеннего времени.

Для характеристики органического вещества Скопинцев [19] ввел понятие удельной цветности (безразмерная величина – отношение величины цветности к ХПК). Наиболее низкие значения этого показателя характерны для вод

оз. Н. Рустайское (кроме весны) – сказывается влияние мало окрашенных грунтовых вод. Весной цветность значительно повышается и в р. Керженец, и во всех озерах за счет поступления окрашенных болотных вод. Показатель удельной цветности во всех водоёмах в весенний период достигает значительных величин (табл. 3). В это же время наблюдается и существенное повышение содержания ОВ. Наиболее высокие значения удельной цветности весной зафиксированы

в оз. Калачик – 6.3. Эта величина характеризует именно органическое вещество, поскольку содержание растворенного железа в озере в это время невелико – 0.23 мг/дм³. Осенью в Калачике удельная цветность достигает 6.7, но на увеличение цветности влияет и рост концентрации железа (до 0.79 мг/дм³). Повышенные величины удельной цветности отмечались осенью также в озёрах Круглое, Красный Яр, Сиротинное, вместе с ростом концентрации железа.

Биогены. Содержание минерального азота в воде р. Керженец довольно высокое (0.77–1.31 мг/дм³). Максимальные значения характерны для зимнего периода, минимальные для летнего, когда идёт потребление биогенов гидробионтами. Причем в зимние и осенние месяцы преобладают нитраты, а весной и летом аммонийная группа азота, поскольку нитраты интенсивно используются водными организмами.

Общим для всех стариц является также довольно высокое содержание минерального азота (табл. 4). Средневегетационные значения для озёр Круглое, Калачик, Кр. Яр и Сиротинное примерно на том же уровне, что и в р. Керженец, а в оз. Н. Рустайское в два раза выше. Следует отметить, что в воде всех озёр, кроме Н. Рустайское, преобладает аммонийная форма. В оз. Н. Рустайском, где кислородный режим хороший – нитратная и лишь весной – аммонийная.

Минерального фосфора мало как в воде р. Керженец, так и в озерах (табл. 4), наиболее высокие концентрации характерны для реки. Средневегетационное содержание общего фосфора во всех озерах (за исключением оз. Н. Рустайское) несколько выше, чем в р. Керженец. При этом только в р. Керженец содержание P_{\min} составляет около 50% от $P_{\text{общ.}}$, а в озерах значительно меньше (от 4.8 до 25%). Здесь действуют два фактора: нехватка кислорода для окисления органики в озёрах и присутствие значительного количества органического вещества, трудно поддающегося окислению. Соотношение $N_{\min}:P_{\min}$ приближается к оптимальному значению только в р. Керженец (летом и осенью) и в оз. Калачик (летом). Таким образом, во всех озёрах отмечается дефицит минерального фосфора.

Как известно, в высокоцветных кислых озерах фосфаты адсорбируются гуминовыми коллоидами [22]. По-видимому, это и есть причина очень низких концентраций минерального фосфора в изучаемых водоемах, несмотря на то, что концентрации общего фосфора довольно значительны.

Заключение. В итоге можно сделать вывод, что наиболее благоприятные для развития гидро-

бионтов условия среды имеются в р. Керженец. Основные особенности гидрохимического режима стариц в сравнении с рекой следующие:

- в старицах ярко выражена межсезонная динамика с летним и зимним дефицитом O_2 , в то время как в реке имеет место относительное постоянство газового состава – кислородный режим вполне благоприятный;

- прозрачность вод стариц определяется главным образом изменением цветности, а не концентрации взвеси. Прозрачность же речных вод обусловлена как цветностью, так и взвешенными веществами;

- величины цветности воды в озёрах (за исключением оз. Н. Рустайское) выше, чем в Керженце;

- различия в органическом веществе реки и стариц – в неодинаковой доле легкоокисляемых ОВ. В реке преобладает аллохтонная трудноокисляемая органика, в старицах значительно выше доля легкоокисляемых веществ;

- минеральные формы азота и фосфора в речных водах находятся в более сбалансированном соотношении, что важно для развития водорослей;

- в реке большую часть года преобладает более усвояемая гидробионтами нитратная форма азота, в озёрах же, как правило, аммонийная;

- в реке высокая концентрация общего фосфора характерна для всего безледного периода, в старицах же в безледный период $P_{\text{общ.}}$ существенно сокращается. Концентрации $P_{\text{общ.}}$ речных и озёрных вод близки зимой;

- для реки характерны более высокие значения минерализации, жесткости, более высокие концентрации кремния, что создает более благоприятные условия для гидробионтов;

Состав вод пойменных озёр сильно изменяется под влиянием как внешних (атмосферные осадки, смывы с берегов, антропогенные загрязнения), так и внутренних факторов: развитие и отмирание гидробионтов, обмен веществ между донными отложениями и водной массой.

Различия гидрологического режима стариц, из-за разной связи с рекой и морфометрических особенностей обуславливают существенные различия в гидрохимическом режиме между ними:

- в старицах, имеющих связь с рекой круглый год, изменения от сезона к сезону аналогичны таковым в реке – концентрация трудноокисляемой органики понижается от зимы к осени; в изолиро-

ванных же старицах, наоборот, к осени отмечается накопление органики за безледный период;

○ в глубоководных старичных озёрах, в сравнении с мелководными, имеет место лучшее окисление биогенов.

Среди пойменных озёр Керженского заповедника наиболее благоприятный гидрохимический режим сложился в проточном озере Н. Рустайское. В нём хорошие кислородные условия, более высокая минерализация и жесткость воды, повышенные концентрации кремния. Н. Рустайскому свойственны более низкая цветность воды и концентрации железа, а также более низкое содержание трудноокисляемого ОВ. Минеральный азот в озере находится преимущественно в форме нитратов.

В остальных озерах гидрохимический режим менее благоприятный для гидробионтов. Характерной особенностью их является кислая реакция среды, низкая минерализация воды, высокая цветность и повышенное содержание растворенного железа. Определяющим фактором является напряженный газовый режим. Недостаток кислорода способствует заморным процессам, органическое вещество плохо минерализуется: аммонийный азот не окисляется до усваиваемых водорослями нитратов, а минеральный фосфор остается связанным с органическим комплексом.

Как было отмечено многими исследователями [28, 29] и подтверждено нами, весеннее половодье временно гомогенизирует лимнологическое состояние пойменных озёр. После того, как потоки воды спадают, и старицы становятся отъединенными от реки, они всё более и более отличаются друг от друга из-за особенностей морфологии котловин и условий питания.

Таким образом, существование пойменной системы определяется всеми ее составляющими: руслом реки, поймой и речной долиной, взаимодействием между собственно речным потоком и грунтовыми водами. При нарушении взаимосвязей происходит выпадение отдельных составляющих пойменно-руслового комплекса. Это касается и стариц. С исчезновением проточности (связь с рекой) и прекращением грунтового питания (связь с гипореосом) ускоряются процессы их заболачивания и зарастания.

Благодарности: авторы выражают признательность за помощь в сборе материала сотрудникам Государственного природного заповедника “Керженский” Д.К. Иванову и Г.А. Скобелевой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии. Л., 1970. 444 с.
2. *Баранов И.В.* Основы биопродукционной гидрохимии. М., 1982. 110 с.
3. *Баянов Н.Г.* Использование комплекса гидрологических и гидрохимических показателей для выделения фаз гидрологического режима // Тез. докл. VI Всерос. гидролог. съезда. СПб., 2004. С. 77–79.
4. *Баянов Н.Г.* Характеристика сезонов и лет наблюдений по данным гидромониторинга на реках Керженского заповедника // Тр. ГПБЗ “Керженский”. 2006. Т. 3. Н. Новгород. С. 28–45.
5. *Баянов Н.Г.* Интенсивность продукционно-деструкционных процессов в старицах реки Керженец // Изв. КГТУ. Сер. биол. и сельскохозяйств. науки. Калининград. 2012. № 24. С. 36–47.
6. *Баянов Н.Г., Кривдина Т.В.* Типология и свойства озёр Нижегородского Заволжья // Изв. РАН. Сер. геогр. № 4. 2011. С. 86–97.
7. *Беклемишев В.Н.* Биоценозы реки и речной долины в составе живого покрова Земли // Тр. Всес. гидробиол. об-ва. Т. 7. 1956. С. 77–97.
8. *Беркович К.М., Чалов Р.С., Чернов А.В.* Экологическое русловедение. М., 2000. 330 с.
9. *Богатов В.В.* Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1994. 218 с.
10. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды / Под ред. Т.В. Гусевой. Справочные материалы. М., 2007. 192 с.
11. *Кораблева О.В.* Морфология долины и деформации русла р. Керженец (Нижегородское Заволжье) // Геоморфология. № 2. 2010. С. 69–78.
12. *Кораблева О.В.* Динамика пойменно-русловых комплексов рек южно-таежных ландшафтов Нижегородского Заволжья (на примере р. Керженец) // Проблемы региональной экологии. 2011. № 3. С. 13–21.
13. *Корнева Л.Г.* Влияние различной степени кислотности вод на планктонные диатомовые водоросли в слабоминерализованных лесных озерах Северо-Запада России // Биол. внут. вод. 1996. № 1. С. 33–42.
14. *Кузнецова М.А., Баянов Н.Г., Лаврова Т.В.* Концепция сукцессии в приложении к озёрным экосистемам. Сукцессия, эвтрофикация и лимногенез. Саарбрюккен. LAP, 2012. 145 с.
15. *Манкиш В.Д., Баянов Н.Г.* Гидрологический и гидрохимический режим реки Керженец и ее притоков в среднем и нижнем течении // Тр. заповед. “Керженский”. Т. 1. Н. Новгород, 2001. С. 79–108.
16. *Одум Ю.* Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.

17. Протасов А.А. Речной и озерный континуумы: попытка анализа и синтеза // Биол. внут. вод. 2008. № 2. С. 3–11.
18. Саут Р., Уиттик А. Основы альгологии. М.: Мир, 1990. 595 с.
19. Скопинцев Б.А. Органическое вещество в природных водах (водный гумус). Л.: Гидрометеиздат, 1960. 290 с.
20. Терентьев А.А., Колкутин В.И. Климат конца XX века в средней полосе Нижегородской области. Н. Новгород: Вектор-Тис, 2004. 374 с.
21. Фридман Б.И., Кораблева О.В. Геология и рельеф Керженского заповедника // Труды государственного природного заповедника "Керженский". Т. 1. Н. Новгород, 2001. С. 45–61.
22. Харкевич Н.С. Характеристика органических веществ вод южной Карелии // Сырьевые ресурсы внутренних водоемов Северо-Запада. Тр. Карел. отд. ГосНИОРХ. Т. 5. Вып. 1. 1968. С. 59–65.
23. Чалов Р.С. Общее и географическое русловедение. М.: МГУ, 1997. 292 с.
24. Чернов А.В. География и геоэкологическое состояние русел и пойм рек Северной Евразии. М., 2009. 684 с.
25. Boulton A.J. The functional role of hyporheos // Verh. Int. Ver. theor. und angew. Limnol. 2000. V. 26. № 1. P. 51–63.
26. Boulton A.J., Datry T., Kasahara T., Mutz M. and Stanford J.A. Ecology and management of the hyporheic zone: stream-groundwater interactions of running waters and their floodplains // J. N. Am. Benthol. Soc. V. 29(1). 2010. P. 26–40.
27. Junk W.J., Bayley P.B., Sparks R.E. The flood pulse concept in river-floodplain systems // Canad. Spec. Publ. Fisheries and Aquatic Sci. 1989. V. 106. P. 110–127.
28. Tockner K., Pennetzdorfer D., Reiner et al. Hydrological connectivity and exchange of organic matter and nutrients in a dynamic river-floodplain system (Danube, Austria) // Freshwater Biology. 1999. V. 41. P. 521–535.
29. Thomaz S.M., Bini L.M., Bozelli R.L. Floods increase similarity among aquatic habitats in river floodplain systems // Hydrobiologia. 2007. V. 579. P. 1–13.
30. Townsend A.R. The patch dynamics concept of stream community ecology // J.N.J. Benthol. Soc. 1989. V. 8. № 1. P. 36–50.
31. Van den Brink. F.W.B. Impact of hydrology on floodplain lake ecosystems along the lower Rhine and Meuse. PhD thesis. Nijmegen, 1994. 196 p.
32. Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W. et al. The river continuum concept // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1980. V. 37. № 1. P. 130–137.
33. Ward J.V. The four-dimensional nature of lotic ecosystems // J.N.Y. Benthol. Soc. 1989. V. 8. № 1. P. 2–8.

Interseasonal Dynamics of Hydrological and Hydrochemical Parameters of the Kerzhenez River and its Oxbows

N.G. Bayanov, T.V. Krivdina

Nizhny Novgorod laboratory of Fishery Institute

Results of long-term research of a hydrochemical regime of Kerzhenez river and its oxbows are presented. Oxbows are located at different distance from the river and have a different degree of flowage and a subsoil waters, and also the different form of basin. It is recognized, that the hydrochemical conditions of oxbows depend mainly on a contribute of a subsoil waters, structure of thawed river waters and a superficial drain during rains. Freshet waters make a basis of water weight only of those lakes where the role of soil feed is insignificant. Seasonal flood water only temporarily equalizes limnological condition of oxbow lakes. After streams of water fall down, and lakes become disconnected from the river, qualitative structure of their waters and conditions of dwelling of hydrobionts become all more and more various because of local distinctions in morphology of hollows and features of a feed. Oxbows do not possess so stable conditions for hydrobionts what the river has. Distinctions with a river mode increase with distance from the river, increase of absolute height of oxbows concerning a river bed. Hydrobionts find variety of conditions of existence in a flood-lands outside the basic river bed which become critical for their survival during the certain periods of year.