

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЭКОЛОГО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НЕРЕСТИЛИЩ ОСЕТРОВЫХ В СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ УРАЛ¹

© 2024 г. А. А. Чибилёв, Ж. Т. Сивоhip*, Ю. А. Падалко, В. М. Павлейчик

Институт степи УрО РАН, Оренбург, 460000 Россия

**e-mail: sivohip@mail.ru*

Поступила в редакцию 13.02.2024 г.

После доработки 06.04.2024 г.

Принята к публикации 06.04.2024 г.

Выполнен анализ многолетних изменений эколого-гидрологических параметров обеспечения естественного воспроизводства осетровых. Установлено, что многолетние изменения гидрологических параметров происходят на фоне циклического характера развития фаз различной водности и трансформации внутригодового перераспределения стока. Рассмотрен вклад многолетнего регулирования стока Ириклинским водохранилищем в изменение водного режима р. Урал в пределах среднего течения. Сделан вывод о необходимости восстановления стада осетровых Северного Каспия. В качестве рекомендаций определены первоочередные меры, направленные на сохранение потенциала нерестилищ осетровых среднего течения р. Урал.

Ключевые слова: нерестилища, осетровые, гидрологические параметры, регулирование стока, уровень воды, русловые деформации.

DOI: 10.31857/S0321059624050134 EDN: VWTZGP

ВВЕДЕНИЕ

История исследования ихтиофауны р. Урал тесно связана с изучением волжского бассейна и всего бассейна Каспийского моря. Большинство видов рыб, обитающих в р. Урал, описаны по экземплярам, выловленным в реках Средней России. Первые описания рыб, обитающих в р. Урал, относятся к концу XVIII – началу XIX вв. [3]. В это время упоминается о 17 видах рыб, в основном тех же, что и в Волге, исключая сельдь, но включается новый вид – шип. В XX в. можно выделить крупные исследования по биологии осетровых и частиковых рыб, по анализу и регулированию промысла в работах В.Б. Петрова (1926–1928 гг.), М.И. Тихого [16], Г.Х. Шапошниковой [24]. С 1964 г. со времени создания Центрального научно-исследовательского института осетрового рыбного хозяйства (ЦНИОРХ) на Урале проводятся систематические исследования биологии рыб, но в основном в нижнем течении р. Урал [13, 25].

В 1981–1983 гг. по заданию Главрыбвода СССР лабораторией мелиорации ландшафтов Оренбургского сельскохозяйственного института была выполнена комплексная работа по паспортизации нерестилищ осетровых рыб на участке среднего течения р. Урал от устья р. Илек до г. Уральска (287 км) [21]. Это был единственный эпизод во всей истории ихтиологических исследований на среднем плесе реки, когда одновременно проводились оценка эффективности нереста, гидрологические наблюдения, топографическая съемка и бонитировка нерестовых участков. Исследования проводились в период максимальных показателей суммарного вылова осетровых видов рыб в XX в. [1, 22]. Несмотря на многолетнее регулирование стока Ириклинским водохранилищем, среднее течение р. Урал характеризовалось высокими уровнями весеннего половодья с затоплением низкой и средней поймы. При этом 1981 г. характеризовался расходами воды в период весеннего половодья, превышающими среднемноголетние. Эти обстоятельства позволяют принять полученные результаты в качестве контрольных для сравнительной эколого-гидрологической оценки изменений условий нереста

¹ Работа выполнена в рамках государственного задания (тема “Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем”, АААА-А21-121011190016-1).

осетровых за 40-летний период, что является целью настоящей работы.

Одно из основных условий, обеспечивающих благоприятный нерест осетровых рыб – наличие необходимого нерестового субстрата. В среднем течении р. Урал в качестве нерестового субстрата выступают отложения гравия, гальки, цементированного ракушечника, щебень меловых пород, глыбы и плиты песчаников. Состав аллювиальных отложений и особенности их формирования во многом определяются динамикой русловых процессов. В проведенном исследовании рассмотрены вопросы многолетней неоднородности речного стока р. Урал и внутригодовых трансформаций, выявлены изменения состояния и качества нерестилищ, оценена степень благоприятности нереста с учетом температурных и уровневых показателей.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве ключевого принят участок р. Урал от с. Илек до г. Уральска, относящийся преимущественно к типу свободно меандрирующих русел. Коренные борта речной долины (в том числе и на участках, подмываемых рекой) сложены рыхлыми отложениями. Исключение составляют локальные поднятия на левобережье реки, генетически связанные с соляной тектоникой и сложенные меловыми, реже пермскими, триасовыми и палеогеновыми породами, служащие основой для формирования щебнистых перекастов. Ширина поймы достигает 15 км, за исторический период здесь наблюдались существенные трансформации на уровне макроизлучин и отдельных меандр [12].

Исходя из морфологических особенностей строения поймы и характера русловых процессов выделяется четыре географических участка долины (рис. 1): I. Уральско-Рубежинский (0–94 км, протяженность по руслу 94 км); II. Рубежинско-Кирсановский (94–179 км, 85 км); III. Кирсановско-Кинделинский (179–223 км, 45 км); IV. Кинделинско-Илекский (223–315 км, 92 км).

В пределах участка I реки находятся две зоны интенсивного развития гравийно-галечных

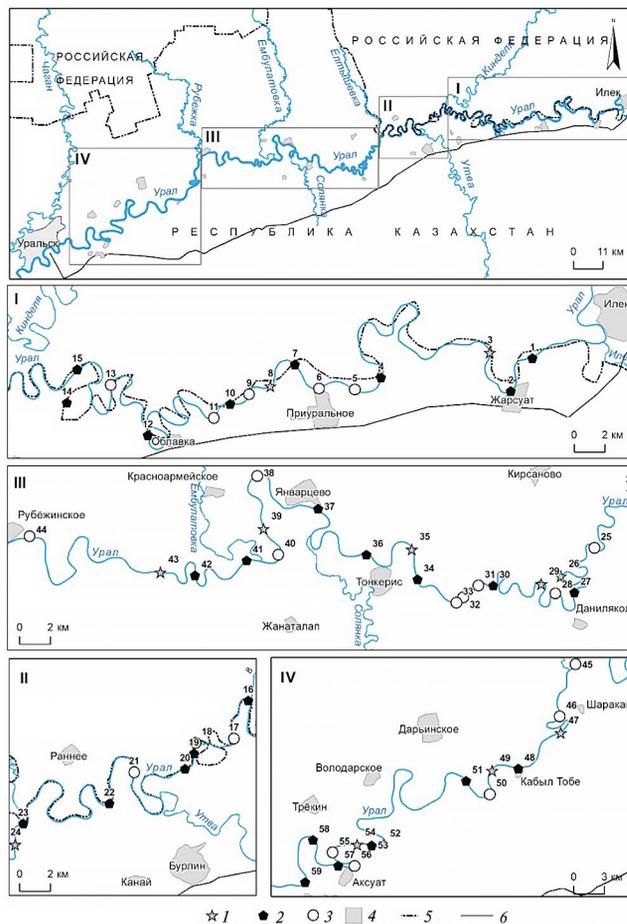


Рис. 1. Картограмма района исследования участка среднего течения р. Урал от с. Илек до г. Уральска. Категории нерестилищ: 1 – высшая, 2 – первая, 3 – вторая; 4 – населенные пункты; 5 – Государственная граница; 6 – автомобильная дорога Оренбург-Уральск. Участки: I. Илекско-Кинделинский; II. Кинделинско-Кирсановский; III. Кирсановско-Рубежинский; IV. Рубежинско-Уральский. Числами на карте обозначены нерестилища: 1. Нижнеилекское. 2. Жарсуатское. 3. Нижнежарсуатское. 4. Теренсайское. 5. Мельниковское. 6. Приуральное. 7. Нижнеприуральное. 8. Верхнекушкарское. 9. Среднекушкарское. 10. Нижнекушкарское. 11. Верхнедунанское. 12. Облавское. 13. Буренинское. 14. Жеребанское. 15. Бородинское. 16. Усть-Кинделинское. 17. Старицкое. 18. Целиковское. 19. Среднеиртекское русловое. 20. Нижнебелогорское. 21. Усть-Иртекское. 22. Ранневское. 23. Нижнебатраковское. 24. Верхнекирсановское. 25. Нижнесудачное. 26. Сагитовское. 27. Новоутвинское. 28. Данилякульское. 29. Жереховское. 30. Цепное. 31. Усть-Кирсановское. 32. Елгышевское. 33. Верхнеалебастровское. 34. Алебастровское. 35. Нижнеалебастровское. 36. Долинское. 37. Январцевское. 38. Комбавское. 39. Перекрешенское. 40. Синий рынок. 41. Бураинское. 42. Дубяковское. 43. Аксайское. 44. Верхнерубежинское. 45. Рубежинское. 46. Мордовье. 47. Сауркино. 48. Красношкольное. 49. Окунишниково. 50. Кумысное. 51. Верхнешуминское. 52. Сазанье. 53. Карабекское. 54. Среднетравное. 55. Куриновское. 56. Аксуатское, 57. Верхнезолотое. 58. Верхнетрекинское. 59. Верхнежелезнодорожное.

и крупнообломочных обнажений. На участке II наибольший интерес представляют плесы с гравийно-галечными перекатами, занимающие до 50% русла. Участок III отличается тем, что здесь впадают в Урал три крупнейших притока: Кинделя, Иртек, Утва, с устьями которых связаны комплексы нерестилищ. Их функционирование и мелиоративное состояние зависят от режима этих притоков [21]. Участок IV уникален тем, что к левому берегу вплотную подходят солянокупольные структуры, формирующие глубоководные плёсы у обрывистых берегов, острова, пляжи и перебаты, сложенные грубообломочными материалами [23].

В р. Урал обитают 5 видов генеративно пресноводных видов осетровых видов рыб: белуга (*Huso huso*), русский осетр (*Acipenser guldenstaedtii*), персидский осетр (*Acipenser persicus*), шип (*Acipenser nudiventris*), севрюга (*Acipenser stellatus*) и один типично пресноводный вид – стерлядь (*Acipenser ruthenus*). В настоящее время основные промысловые виды рыб р. Урал следующие: лещ, судак, язь, жерех, сом, сазан, подуст. В пойменных озерах преобладают карась, окунь, щука, плотва, голавль, язь. В зимний период основу промысла составляют малоценные и хищные виды рыб, в весенний период – ценные: лещ, судак, сом. Основные рыбные ресурсы сконцентрированы в р. Урал и его крупных притоках, реках Илек и Сакмаре, которые лишь частично освоены промыслом [4, 8, 9, 14].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка динамики русловых деформаций проведена сопоставлением спутниковых снимков среднего разрешения за 1980 и 2022 гг. (Landsat 1-5 MSS, 8-9 OLI/TIRS) в летне-осенний межженный период. Используются методы анализа спутниковых снимков и геоинформационный инструментарий программ ENVI 5.3. и ArcGIS 10.8.

В 2023 г. проведено полевое обследование 51 из 59 нерестилищ осетровых рыб, выявленных в 1980–1982 гг., в ходе которого проведена комплексная оценка состояния подводной и наземной поверхностей нерестилищ и верификация данных, полученных на камеральном

этапе исследования. Оценивались последствия горизонтальных русловых деформаций р. Урал, зарастания, заиления и скопление каршей, качество грунта, наличие преобразований рельефа на затопляемых участках нерестилищ. Отмечены факторы антропогенного воздействия – доступность (наличие подъезда или подхода), водозаборы, добыча песчано-гравийной смеси (ПГС), водопой сельскохозяйственных животных. На ключевых участках с помощью измерительных приборов проводились промеры глубин для определения морфологических параметров переколов и зимовальных ям.

Анализ многолетних изменений уровня режима для оценки оптимальных эколого-гидрологических условий функционирования нерестилищ для Нижнеилекского участка выполнен на основе многолетних данных наблюдений (1940–2020 гг.) на гидропосту в с. Илек. Для анализа выбраны годы, характеризующиеся разной водностью и режимом (условно-естественный и зарегулированный).

В исследовании принята трехступенчатая шкала бонитировки нерестовых площадей исходя из площади нерестилищ, гранулометрического состава слагающих грунтов и степени их связанности, устойчивости во времени и пространстве, скорости течения, заиленности, степени зарастаемости и засоренности их поверхностей.

1. Нерестилища высшей категории – достаточно крупные (>10 га) русловые и затопляемые участки, сложенные крупнообломочными материалами – щебнем, галькой, ракушечником, действующие при любых половодьях длительное время. На нерестилищах высшей категории хорошая промываемость грунта из-за высоких скоростей течения, отсутствует заиление.

2. Нерестилища I категории – крупные (≥ 5 га) участки реки с преобладающими крупнообломочными грунтами и достаточно быстрым течением в паводок и межень (≥ 0.6 м/с). Процессы заиления на этих нерестилищах развиты очень слабо.

3. К нерестилищам II категории отнесены русловые и затопляемые участки, сложенные

песчано-гравийными отложениями или чистыми крупнозернистыми песками, а также русловые площади с плотными глинами. К этому же бонитету относятся частично заросшие, заиленные (до 25% площади) участки, сложенные крупнообломочными материалами, и комплексы крупнообломочных и песчаных отложений, в которых они вместе с гравийными полями занимают $\geq 50\%$ площади.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Гидрологические параметры обеспечения функционирования нерестилищ

Эффективность естественного воспроизводства осетровых в бассейне р. Урал определяется сложным взаимодействием ряда факторов — высоким уровнем половодья, температурным режимом, наличием нерестового субстрата, высокими скоростями течения в половодье (0.8–2.0 м/с) и др. [18, 20–22].

Один из лимитирующих факторов естественного воспроизводства ценных видов рыб — значительная амплитуда сезонных колебаний речного стока в исследуемом бассейне. Водный режим большинства водотоков (кроме р. Сакмары и верховий р. Урал) относится к казахстанскому типу с преобладанием снегового питания (прежде всего в период максимального стока), доля которого повышается от верховий к приустьевой части. Для рек равнинно-степной части бассейна р. Урал зимние осадки — основной элемент приходной части водного баланса, во многом определяющий объемы весеннего половодья и характер стока в течение всего года.

Согласно результатам многочисленных исследований, современная тенденция изменения водного режима рек Европейской территории России (ЕТР) — сокращение доли стока весеннего половодья и увеличение доли меженного стока [2, 5–7, 10, 15, 17].

Увеличение расходов меженного стока (зимнего сезона) имеет важное эколого-гидрологическое значение для озимых рас осетровых, так как облегчает их подъем и зимовку, а во время хода озимых осетровых облегчает их преднерестовую миграцию и улучшает условия обитания в зимовальных ямах.

Вместе с тем для создания благоприятных условий нереста основной фактор — оптимальный режим половодного периода. В целом, даты наступления максимальных расходов на реках исследуемого бассейна зависят от природно-зонального положения и расчлененности рельефа на водосборах, запасов снега и непосредственно от погодных условий, установившихся в период активного снеготаяния. Таким образом, реки бассейна вносят разновременный и существенно различный вклад в формирование волны половодья на разных участках главной реки.

Современные тенденции в трансформации внутригодового стока — смещение дат наступления максимумов весеннего половодья на более поздние сроки (рис. 2). Смещение наступления максимальных расходов воды играет негативную роль в установлении оптимального температурного режима для эффективного функционирования нерестилищ.

Значительное влияние на динамику максимальных расходов весеннего периода в среднем течении р. Урал оказывает многолетнее регулирование стока Ириклинским водохранилищем [10]. Срезка пика весеннего половодья изменила сроки функционирования затопляемых нерестилищ; на спаде половодья снижаются скорости течения воды, и нерест в конце мая происходит в менее благоприятных условиях. Вместе с тем отметим, что антропогенное сокращение весеннего стока особенно ощутимо в маловодные годы ($P - 90-95\%$). Также следует учесть, что сток р. Урал ниже плотины Ириклинского водохранилища пополняется за счет притоков с равнинно-степной территории, занимающей 45660 км², или 55% от площади водосбора гидропоста Оренбург (82300 км²). Примерно треть этого объема (0.54 млн м³) формирует сток рек Ори и Большой Кумак. В итоге, к створу Оренбург (590 км ниже по течению) объем стока р. Урал удваивается (3.21 млн км³) по сравнению с объемом воды, поступающим в Ириклинское водохранилище (1.65 млн км³) [11].

Ниже г. Оренбурга существенную роль в формировании объемов весеннего половодно-

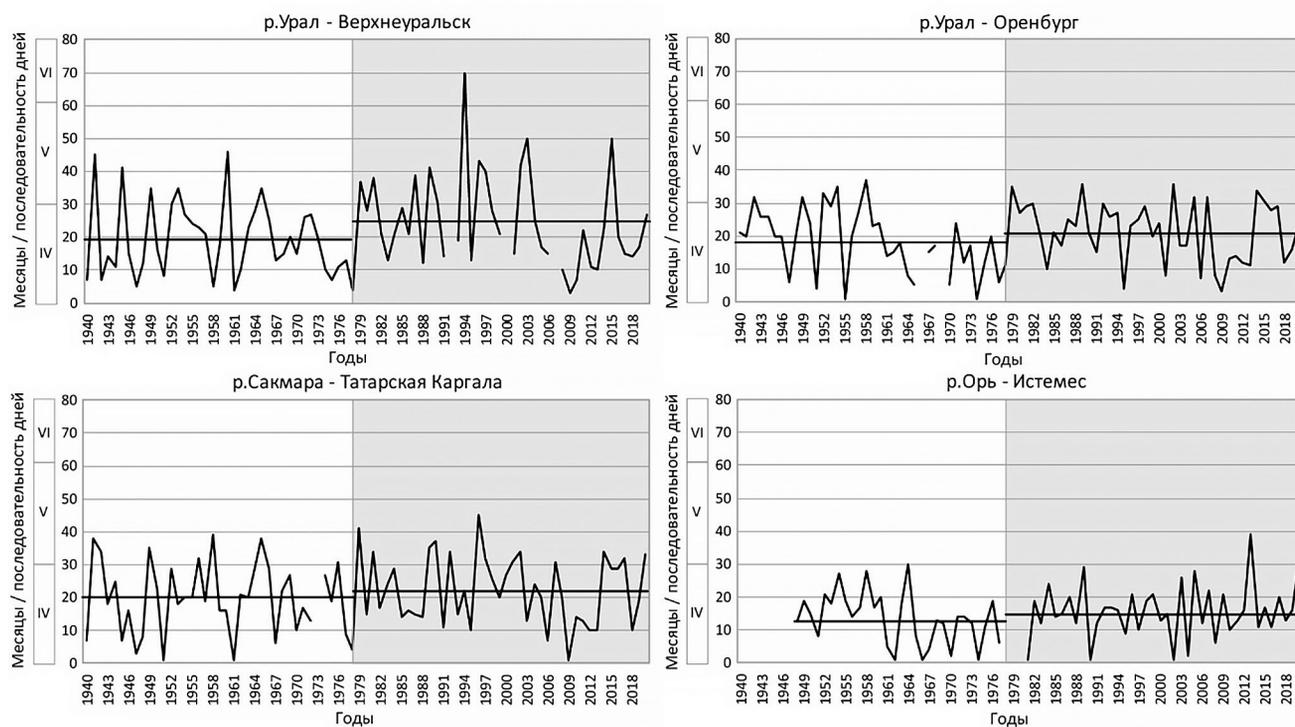


Рис. 2. Многолетняя динамика наступления дат максимальных расходов весеннего половодья в бассейне р. Урал. Средние значения дат за периоды (ось Y – месяцы и последовательность дней, начиная с 1 апреля).

го стока и, соответственно, в формировании благоприятных условий для нереста осетровых играет главный приток – р. Сакмара. Реки бассейна р. Сакмары по характеристикам водного режима относятся к восточно-европейскому типу – высокое половодье, летне-осенняя межень зачастую с повышенным стоком за счет дождевых паводков. Водосборная территория р. Сакмары охватывает горнолесные предгорья Южного Урала (кроме р. Салмыш), которые формируют до 60% поверхностного стока в створе в слиянии рек Урал и Сакмары. Кроме того, для большинства рек бассейна главного притока р. Урал не установлена современная тенденция внутригодового распределения стока – сокращения доли стока весеннего половодья в годовом объеме воды. Соответственно, р. Сакмара выполняет важную эколого-гидрологическую функцию, обеспечивая участок р. Урал ниже г. Оренбурга гарантированными объемами весеннего половодья.

Анализ многолетних изменений уровня режима для оценки оптимальных эколого-гидрологических условий функционирования не-

рестилищ выполнен на основе многолетних данных гидропоста в с. Илек. Годовой ход уровня воды р. Урал на данном участке характеризуется четко выраженной волной весеннего половодья, сравнительно низкой летне-осенней меженью и небольшим повышением уровня в течение осеннего и зимнего сезонов. Весеннее половодье на данном участке р. Урал проходит одной волной, на подъеме, гребне и, реже, спаде которой наблюдаются незначительные колебания уровней. Максимальный уровень весеннего половодья в пределах исследуемого участка наблюдается, как правило, во второй-третьей декаде апреля. Превышение максимальных весенних уровней над минимальными на р. Урал в с. Илек в среднем за период наблюдений меняется от 1 до 5 м. Распределение (повторяемость) уровней весеннего половодья представлено в табл. 1.

В целом, в годы средней водности (1943, 1983 гг.), независимо от особенностей гидрологического режима (условно-естественный или зарегулированный), частота (повторяемость) наивысших уровней составляет в среднем 50–60% (преимущественно в апреле), что обеспе-

Таблица 1. Распределение уровней воды весеннего половодья (апрель–май) на р. Урал (с. Илек)

| Интервал уровня, см | Повторяемость (частота) | | Интервал уровня, см | Повторяемость (частота) | | Интервал уровня, см | Повторяемость (частота) | |
|------------------------|----------------------------|------|------------------------|-------------------------|------|------------------------|----------------------------|------|
| | <i>n</i> | % | | <i>n</i> | % | | <i>n</i> | % |
| Апрель 1943 г. | | | Апрель 1983 г. | | | Апрель 2020 г. | | |
| 764–724 | 15 | 50.0 | 850–801 | 17 | 56.7 | 455–431 | 0 | 0 |
| 723–673 | 1 | 3.3 | 800–740 | 2 | 6.7 | 430–400 | 3 | 10.0 |
| 672–622 | 0 | 0 | 739–679 | 2 | 6.7 | 399–369 | 4 | 13.3 |
| 621–571 | 1 | 3.3 | 678–628 | 0 | 0 | 368–338 | 4 | 13.3 |
| 570–520 | 0 | 0 | 627–567 | 1 | 3.3 | 337–307 | 4 | 13.3 |
| 519–469 | 1 | 3.3 | 566–506 | 1 | 3.3 | 306–276 | 4 | 13.3 |
| 468–418 | 1 | 3.3 | 505–445 | 0 | 0 | 275–245 | 2 | 6.7 |
| 417–367 | 0 | 0 | 444–384 | 1 | 3.3 | 244–214 | 2 | 6.7 |
| 366–316 | 0 | 0 | 383–323 | 2 | 6.7 | 213–183 | 8 | 26.7 |
| 316–265 | 0 | 0 | 322–262 | 2 | 6.7 | | | |
| 264–214 | 4 | 13.3 | 261–212 | 2 | 6.7 | | | |
| 213–200 | 7 | 23.3 | | | | | | |
| Май 1943 г. | | | Май 1983 г. | | | Май 2020 г. | | |
| 764–724 | 5 | 16.7 | 850–801 | 7 | 22.6 | 455–431 | 8 | 25.8 |
| 723–673 | 1 | 3.3 | 800–740 | 3 | 9.7 | 430–400 | 3 | 9.7 |
| 672–622 | 2 | 6.7 | 739–679 | 1 | 3.2 | 399–369 | 2 | 6.5 |
| 621–571 | 2 | 6.7 | 678–628 | 2 | 6.5 | 368–338 | 3 | 9.7 |
| 570–520 | 2 | 6.7 | 627–567 | 3 | 9.7 | 337–307 | 4 | 12.9 |
| 519–469 | 1 | 3.3 | 566–506 | 4 | 12.9 | 306–276 | 6 | 19.4 |
| 468–418 | 2 | 6.7 | 505–445 | 7 | 22.6 | 275–245 | 6 | 19.4 |
| 417–367 | 10 | 33.3 | 444–384 | 4 | 12.9 | 244–214 | 0 | 0 |
| 366–316 | 6 | 20.0 | 383–323 | 0 | 0 | 213–183 | 0 | 0 |
| 316–265 | 0 | 0 | 322–262 | 0 | 0 | | | |
| 264–214 | 0 | 0 | 261–212 | 0 | 0 | | | |
| 213–200 | 0 | 0 | | | | | | |

чивает формирование достаточно оптимальных эколого-гидрологических условий, в том числе и для эффективного функционирования нерестилищ. В маловодные годы (2020 г.) распределение уровней весеннего половодья более равномерно, что обусловлено невысокой скоростью его подъема. Так, частота (повторяемость) наивысших уровней (430–455 м) в мае 2020 г. $\geq 26\%$; максимальная повторяемость была характерна для средних уровней (245–306 см).

Ключевой фактор формирования благоприятных эколого-гидрологических условий для нереста осетровых – продолжительность стояния высоких уровней весеннего половодья. Данный параметр важен, в частности, для формирования оптимального температурного режима, необходимого для эффективного естественного воспроизводства осетровых. В целом, максимальные

уровни на р. Урал (с. Илек) обычно удерживаются до 3–5 дней, относительно высокие – 20–25 дней. Например, в 1983 г. продолжительность стояния высоких уровней (800–850 см) составила 25 сут (с 14 апреля по 8 мая), что, несомненно, повлияло на параметры обводненности нерестовых участков. В маловодный 2020 г. наиболее продолжительный (10 сут) период соответствовал низким уровням весеннего половодья – 276–306 см.

От сочетания таких параметров, как повторяемость (частота) и продолжительность стояния высоких уровней, зависят формирование волны половодья, ее конфигурация и площадь затопления нерестилищ осетровых рыб (рис. 3).

В средневодные и многоводные годы наблюдается особенно заметное распластывание

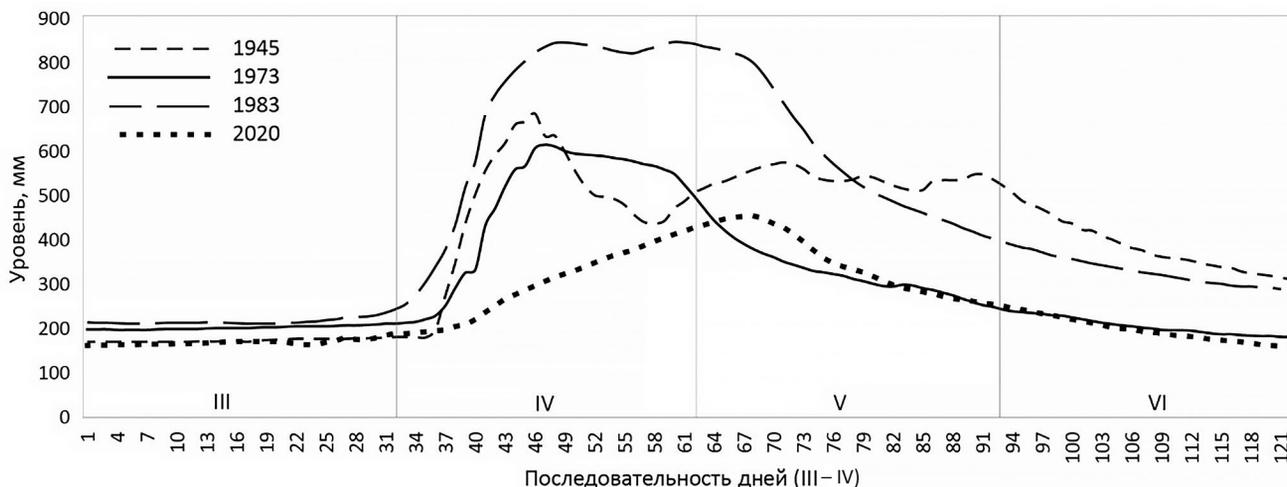


Рис. 3. Ход волны весеннего половодья на р. Урал (с. Илек) в разные по водности годы.

волны половодья, в связи с чем происходит увеличение продолжительности половодья по всей длине нерестовых участков. Продолжительность половодья в среднем составляет 2.0–2.5 мес. в зависимости от водности года. Заканчивается половодье, как правило, ко второй декаде июня в годы средней и высокой водности; в маловодные годы фаза летней межени сменяет фазу весеннего половодья уже к началу июня.

Как отмечено выше, от пространственно-временных особенностей формирования и прохождения волны весеннего половодья зависит установление оптимального термического режима в пределах нерестовых участков. Наиболее благоприятный диапазон температуры для эффективного естественного воспроизводства осетровых рыб – 10–22°C, но для отдельных видов, особенно для ранней молодежи, температурные оптимумы различны (табл. 2).

По среднегодовым параметрам температурного режима в среднем течении р. Урал – достаточно оптимальные термические условия для естественного воспроизводства осетровых, в первую очередь озимых рас. Как правило, прогревание воды начинается во второй-третьей декадах апреля, максимальная температура (20–23°C) достигается в первой половине июля, в отдельные годы нарастание температуры отмечается и в первой половине августа.

Ниже (табл. 3) приведены обобщенные показатели температурного режима р. Урал в среднем течении за два периода – 1980–1985 и 2015–2020 гг. В целом, период 1980–1985 гг. характеризовался благоприятными термическими условиями для функционирования нерестилищ – среднедекадные значения температуры воды соответствовали оптимумам, необходимым для начала весеннего хода и нереста осетровых озимых рас.

Таблица 2. Температурные оптимумы (°C) естественного воспроизводства осетровых в бассейне р. Урал [22]

| Вид осетровых | Температурный режим | | | |
|------------------|---------------------|-----------|-------------|-----------|
| | весенний ход | | осенний ход | |
| | пик хода | нерест | пик хода | нерест |
| Белуга | +4...+7 | +9...+15 | +11...+17 | +11...+17 |
| Русский осетр | – | +14...+18 | – | +8...+12 |
| Персидский осетр | – | +16...+22 | – | – |
| Шип | +12...+13 | +13...+18 | – | – |
| Севрюга | +8...+10 | +12...+26 | – | – |

Таблица 3. Динамика температуры (°С) воды в р. Урал (г. Уральск) в нерестовый период (апрель–июнь)

| Период, годы | IV | | | V | | | VI | | |
|--------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1980–1985 | 0.1 | 3.6 | 8.8 | 12.5 | 14.9 | 17.0 | 18.0 | 19.5 | 21.3 |
| 2015–2020 | 2.1 | 6.2 | 9.9 | 13.9 | 16.5 | 18.4 | 20.1 | 21.6 | 24.1 |

Таблица 4. Площадь затопляемой и русловой частей нерестилищ по географическим районам

| Участок | Русловая часть | | Весенне-затопляемая часть | |
|------------------------------|----------------|------|---------------------------|------|
| | га | % | га | % |
| I. Илекско-Кинделинский | 212.9 | 72.8 | 79.2 | 27.2 |
| II. Кинделинско-Кирсановский | 166.1 | 64.1 | 92.9 | 35.9 |
| III. Кирсановско-Рубежинский | 62.3 | 81.2 | 14.4 | 18.8 |
| IV. Рубежинско-Уральский | 123.4 | 74.8 | 41.5 | 25.2 |
| Всего | 564.7 | 71.2 | 228.0 | 28.8 |

Среднедекадные значения температуры воды современного периода (2015–2020 гг.) также свидетельствуют о благоприятном температурном режиме, что, несомненно, должно обеспечивать эффективность функционирования нерестовых участков в пределах среднего течения р. Урал. Вместе с тем более интенсивное прогревание воды по сравнению с периодом 1980–1985 гг. обусловлено не только весенними метеорологическими условиями, но и преобладанием лет со сравнительно низкими уровнями воды весеннего половодья. Так, для современного периода средний уровень в апреле составляет 266.3 см, в мае – 335.8 см (в 1980–1985 гг. – 421.6 и 524.8 см соответственно), что, в свою очередь, негативно сказывается на параметрах обводненности в пределах нерестовых участков.

Эколого-географические изменения состояния нерестилищ осетровых рыб среднего течения р. Урал за 40-летний период (1981–2021 гг.)

Выделенные в среднем течении р. Урал нерестилища имеют общую протяженность ~60 км, что составляет <20% длины всего участка (на них приходится ~50% общей площади нерестилищ). Важные характеристики нерестовых участков – соотношение русловой и весенне-затопляемой частей нерестилищ, а также площадь затопления при различных уровнях половодья. Из 793 га нерестилищ русловая составляет 564.7 га, или 71.2%, весенне-затопляемая – 228.0 га, или 28.8% (табл. 4).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что русловая часть всех участков составляет $\geq 2/3$ всей площади нерестилищ. Это обеспечивает функционирование нерестилищ на протяжении всего обследуемого плеса при самом низком половодье. Основные площади нерестилищ затопляются полностью уже при низких (до 75%) обеспеченностях половодья.

Установлено, что с 1981 по 2021 г. эколого-гидрологические изменения затронули большую часть (79%) нерестилищ во всех категориях. В результате естественных деформаций русла утрачено 2 нерестилища высшей и первой категории. Кроме того, 2 нерестилища первой и второй категории утрачены в результате антропогенных преобразований русла и природных процессов. Полное зарастание береговой части, заиление и изменение строения русла отмечено для 24% затопляемых нерестилищ. Половина (49%) нерестилищ имеет частичное зарастание древесной растительностью, заиление прибрежной части и средней части пляжей с навалами каршей. Только для 20% нерестилищ не отмечено визуальных признаков нарушенности. Выявлено десять потенциально затопляемых нерестилищ. Установлена хорошая сохранность протяженных русловых перекатных нерестилищ осетровых рыб (рис. 4).

Ниже приведена краткая характеристика участков.

Илекско-Кинделинский участок р. Урал (от с. Илек до устья р. Кинделя). С 1981 по 2021 г.

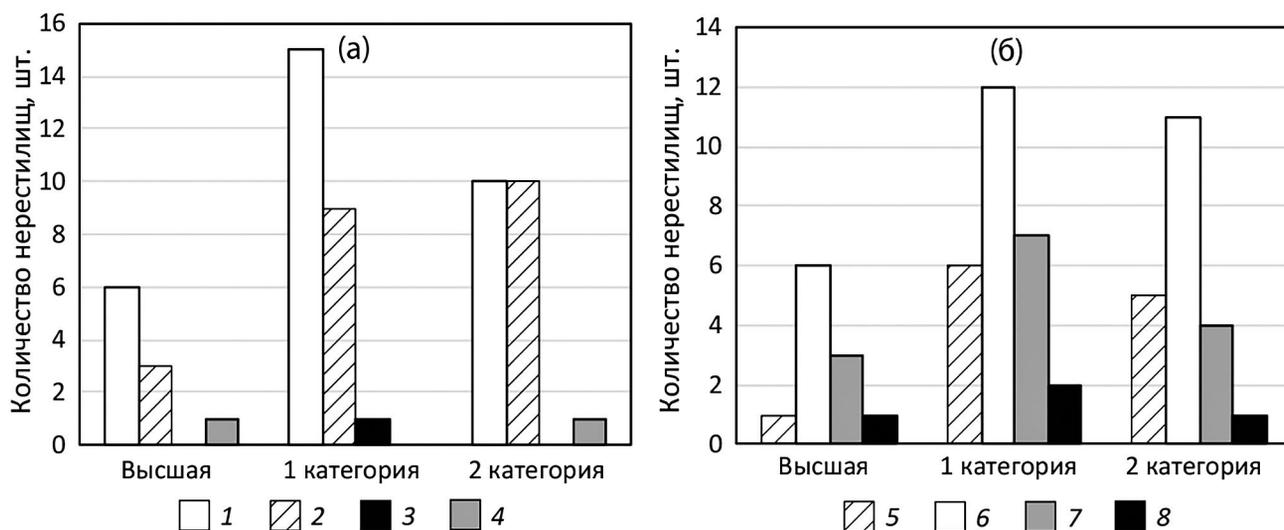


Рис. 4. Современное состояние осетровых нерестилищ. а – факторы антропогенного воздействия: 1 – доступное (имеется транспортный подъезд, подход для водопоя скота, рекреация, наличие рыбацких станов); 2 – не выявлено; 3 – добыча песчано-гравийной смеси; 4 – наличие водозабора. б – степень сохранности нерестилищ по сравнению с 1982 г.: 5 – ненарушенные; 6 – частичное зарастание, заиление, закаршованность; 7 – полное зарастание и/или изменение русла; 8 – утраченное.

среднее смещение русла составило 42.9 м. Изменения до 50 м наблюдались на 80% участка. Смещение русла реки на ≥ 100 м на <5% участка (максимальное – в излучинах возле с. Жарсуат, в 3 км выше по течению от с. Приурального и у с. Облавка). На Илекско-Кинделинском участке расположено 16 нерестилищ различного типа. В результате спрямления излучины в 5 км к СВ от с. Утвинка утрачено Жеребшанское нерестилище первой категории. Только 2 из 16 нерестилищ имеют ненарушенную затопляемую часть. К основным антропогенным факторам относятся наличие населенных пунктов в непосредственной близости от реки, водозаборы, места водопоя сельскохозяйственных животных, а также рыбацкие станы и места на берегу с транспортной доступностью. Строительство железобетонных берегоукрепительных сооружений проведено на левобережье в непосредственной близости от нерестилищ первой категории у сел Жарсуат и Облавка, а также отмечена добыча ПГС для строительства автодороги Илек–Уральск, осуществляемая земснарядами. При обследовании с помощью эхолота “Lowrance HDS 9” отмечено наличие обширных зимовальных ям глубиной до 5–6 м. В сравнении с батиметрической съемкой в начале 1980-х гг. отмечено уменьшение максимальных глубин на 1–3 м.

Кинделинско-Кирсановский участок р. Урал в настоящее время имеет протяженность 40.2 км от устья р. Киндели до истока Кирсановской протоки. В этот период закончено спрямление излучины между Целиковским и Старицким нерестилищами. Среднее смещение русла – 41.3 м. Изменения до 50 м произошли на 81% протяженности участка. Максимальное смещение (на ≥ 100 м) произошло в районе Целиковского нерестилища и у с. Раннего. На этом участке расположено 8 нерестилищ разного типа, половина из них – с ненарушенной затопляемой частью. Частичное зарастание и заиление береговой части установлено на четырех нерестилищах. Антропогенное влияние отмечено только на Нижнебатраковском нерестилище – транспортная доступность открытой части русла, рыбацкий стан на противоположном берегу, заброшенный карьер по добыче ПГС. В ходе экспедиционных работ участок обследован частично в связи с приграничным положением на территории Республики Казахстан.

Кирсановско-Рубежинский участок р. Урал протяженностью 92.8 км расположен полностью в Западно-Казахстанской области Республики Казахстан. С начала 1980-х гг. по 2021 г. протяженность участка увеличилась на 4.1 км. За данный период закончено спрямление излу-

чины в районе Сагитовского нерестилища высшей категории, в результате оно было утрачено. Среднее смещение русла составляет 68.4 м, изменения до 50 м приходятся только на 52% участка. На отрезки с максимальным смещением (на ≥ 125 м) приходится ~21%. В отличие от других участков на современном этапе, здесь наименьшая ширина пояса меандрирования и небольшой шаг излучин. Процессы русловой деформации проходят значительно динамичней, чем на других участках. Высокая скорость потока и русловые деформации способствуют как образованию новых нерестилищ, так и поддержанию устойчивости ранее образованных. Из 20 нерестилищ к ненарушенным можно отнести 6, они расположены по отрезкам с наименьшими показателями смещения русла. В то же время на данном участке сформировались несколько затопляемых нерестилищ, которые по визуальному обследованию можно отнести к категории 1. В ходе промера глубин на конце участка между с. Рубежинским ЗКО и устьем р. Рубежки была обнаружена зимовальная яма у правого берега глубиной от 4 до 8 м. Формирование на этом месте зимовальной ямы, возможно, связано с антропогенной деятельностью, так как на берегу имеются остатки строений, которые использовались для погрузки зерна на баржи, и в этом месте проводились дноуглубительные работы.

Рубежинско-Уральский участок р. Урал имеет протяженность 74.6 км. За исследуемый период произошло увеличение участка на 2.7 км, уклон снизился на 0.2% и составляет 6.7%. Среднее смещение русла составляет 55.2 м, изменили положение до 50 м 68% участка. На отрезки с максимальным смещением ≥ 125 м приходится ~22%. На данном участке от с. Рубежинского до г. Уральска периодически проводились дноуглубительные работы для целей судоходства. За 40 лет к настоящему времени утрачено 2 нерестилища из 15. Рубежинское нерестилище перестало существовать в результате прекращения функционирования левого рукава р. Урал. Верхнежелезнодорожное нерестилище уничтожено в результате добычи ПГС карьерным способом. Основной антропогенный фактор на участке — дноуглубительные работы, проезд транспорта, водопой скота.

ВЫВОДЫ

Многолетние изменения гидрологических характеристик р. Урал, обеспечивающих оптимальное функционирование нерестилищ, определяются чередованием фаз повышенной и пониженной водности, а также современными тенденциями внутригодового распределения стока. Выравнивание гидрографа годового стока неоднозначно влияет на потенциальную эффективность функционирования нерестовых участков. Длительное отсутствие промывного режима во время весеннего половодья приводит к ухудшению экологического состояния нерестилищ и зимовальных ям (заиливание и зарастание каменисто-галечного субстрата, нарушение кислородного режима и др.). Кроме этого, в результате формирования низкой волны половодья сокращается повторяемость (частота) и продолжительность стояния высоких уровней, что также негативно сказывается на площади затопления нерестовых участков. С другой стороны, повышение расходов воды зимней межени, которая совпадает с началом хода озимых рас осетровых, облегчает их преднерестовую миграцию и улучшает условия обитания в зимовальных ямах. Вклад регулирования стока Ириклинским водохранилищем в перераспределение сезонных элементов годового стока для рассматриваемого участка незначителен.

Главная причина отсутствия нерестовых миграций и нереста осетровых в среднем течении р. Урал в последние 20 лет — отсутствие производителей проходных форм осетровых, приходящих на нерест из Северного Каспия, и уничтожение туводных популяций русского осетра и шипа. Воспроизводство осетровых в среднем течении р. Урал полностью зависит от восстановления стада в Северном Каспии.

За последние 40 лет под влиянием эколого-гидрологических факторов произошли значительные изменения на участках нерестилищ. В результате деформаций русла утрачено два нерестилища высшей и первой категории, 2 нерестилища первой и второй категории в результате антропогенных преобразований русла. Полное зарастание береговой части, заиление и изменение строения русла отмечено для 24% затопля-

емых нерестилищ, 49% нерестилищ осетровых имеют частичное зарастание древесной растительностью, заиление прибрежной части и средней части пляжей с навалами каршей. Примерно 25% нерестилищ сохранили свою площадь и качество, установленное в 1981–1983 гг. Выявлено десять потенциальных затопляемых нерестилищ, и установлена хорошая сохранность протяженных русловых перекатных нерестилищ осетровых рыб. Русловые нерестилища более стабильны во времени и находятся в удовлетворительном состоянии на всех участках среднего плеса р. Урал. Незатронутые и малоизмененные затопляемые части нерестилищ располагаются по отрезкам русла с небольшой русловой деформацией (до 1 м/год) на участках с малой доступностью. Наиболее перспективный участок формирования новых нерестилищ и сохранения прежних – Кирсановско-Рубежинский.

К первоочередным мерам, направленным на сохранение потенциала нерестилищ, следует отнести регламентацию работ по искусственному изменению рельефа русла (дноуглубительные работы, добыча ПГС) и создание системы особо охраняемых природных территорий, охватывающей наиболее ценные нерестилища осетровых и зимовальные ямы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ахмеденов К.М., Чибилев А.А.* Современные экологические проблемы восстановления и сохранения популяции осетровых рыб в бассейне реки Урал // Юг России: экология, развитие. 2023. Т. 18. № 1. С. 6–16. DOI: 10.18470/1992-1098-2023-1-6-16
2. *Болгов М.В., Коробкина Е.А., Трубецкова М.Д., Филимонова М.К., Филиппова И.А.* Современные изменения минимального стока на реках бассейна р. Волга // Метеорология и гидрология. 2014. № 3. С. 75–85.
3. *Бородин Н.А.* Статистическое описание Уральского казачьего войска. Уральск, 1891. С. 7.
4. *Власенко А.Д., Ходоровская Р.П.* Промысловые и статистические показатели численности осетровых в Каспийском бассейне // Рыб. хоз-во. 2004. № 3. С. 43–45.
5. *Георгиади А.Г., Коронкевич Н.И., Кашутина Е.А., Барабанова Е.А.* Природно-климатические и антропогенные изменения стока Волги и Дона // Фундаментальная и прикладная климатология. 2016. № 2. С. 55–78.
6. *Джамалов Р.Г., Фролова Н.Л., Телегина Е.А.* Изменение зимнего стока рек Европейской части России // Вод. ресурсы. 2015. Т. 15. № 6. С. 581–588.
7. *Дмитриева В.А., Нефедова Е.Г.* Гидрологическая реакция на меняющиеся климатические условия и антропогенную деятельность в бассейне Верхнего Дона // Вопр. географии. Гидрол. изменения. 2018. № 145. С. 285–297.
8. *Картюк М.И., Мажник А.Ю., Кушнарченко А.И.* Современное состояние и перспективы использования биоресурсов на 2006 год // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2004 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2005. С. 212–223.
9. *Ким Ю.А.* Состояние популяции осетровых в реке Урал // Состояние запасов промысловых объектов на Каспии и их использование. Астрахань: КаспНИРХ, 2001. С. 94–99.
10. *Магрицкий Д.В., Евстигнеев В.М., Юмина Н.М., Торопов П.А., Кенжебаева А.Ж., Ермакова А.Ж.* Изменения стока в бассейне р. Урал // Вестн. Московского ун-та. Сер. 5, География. 2018. № 1. С. 90–101.
11. Многолетние характеристики притока воды в крупнейшие водохранилища РФ. Науч.-приклад. справочник / Под ред. *В.Ю. Георгиевского*. М.: РПЦ Офорт, 2017. 132 с.
12. *Павлейчик В.М., Сивохин Ж.Т., Падалко Ю.А.* Динамика русловых процессов в среднем течении реки Урал и риски природопользования // Изв. РАН. Сер. географическая. 2018. № 5. С. 37–45. DOI: 10.1134/S2587556618050126
13. *Песериди Н.Е.* Кладовая рыбных богатств // Бассейн Урала: проблемы, перспективы. Оренбург, 1979. С. 42–49.
14. *Романов А.А., Левин А.В., Журавлева О.Л., Ходоровская Р.П. и др.* Распределение, качественная структура и численность осетровых рыб в Каспийском море и предварительный прогноз их прилова при промысле частиковых рыб на 2006 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2004 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2005. С. 244–253.
15. *Сивохин Ж.Т., Павлейчик В.М., Падалко Ю.А.* Изменения минимального стока в бассейне реки Урал // Изв. РАН. Сер. географическая. 2021. Т. 85. № 6. С. 900–913.
16. *Тихий М.И.* Использование и экология рыб р. Урала в связи с регулированием реки. Большая Эмба. Т. II. М.; Л., 1938.

17. Фролова Н.Л., Нестеренко Д.П., Шенберг Н.В. Внутригодовое распределение стока рек России // Вестн. Московского ун-та. Сер. 5, География. 2010. № 6. С. 8–16.
18. Чибилев А.А. Бассейн Урала: история, география, экология. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 312 с.
19. Чибилев А.А. Из истории развития и изучения промысла осетровых в реке Урал // Геоэкологические проблемы трансграничного бассейна р. Урал. Материалы Междунар. науч.-практ. конф. Оренбург, 2008. С. 109–114.
20. Чибилев А.А. Редкие виды рыб Оренбургской области и их охрана: Материалы для Красной книги Оренбургской области. Екатеринбург: Наука, 1993. 32 с.
21. Чибилев А.А. Эколого-географические особенности нерестилищ осетровых и в среднем течении р. Урал // Первый Конгресс ихтиологов России: тезисы докладов. Астрахань: ВНИИРХиО, 1997. С. 94–95.
22. Чибилев А.А., Дебело П.В. Рыбы Урало-Каспийского региона. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 227 с.
23. Чибилев А.А., Рамазанов С.К., Грудинин Д.А., Падалко Ю.А. О сохранении объектов природного наследия Бурлинско-Теректинского левобережья реки Урал в Западно-Казахстанской области // Вопр. степеведения. 2023. № 4. С. 4–13.
24. Шапошникова Г.Х. Биология и распределение рыб в реках Уральского типа. М.: Наука, 1964.
25. Pueppke S.G., Nurtazin S.T., Murzashev T.K., Galymzhanov I.S., Graham N.A., Konysbayev T. Re-Establishing Naturally Reproducing Sturgeon Populations in the Caspian Basin: A Wicked Problem in the Ural River // Water. 2023. V. 15. № 19. P. 3399. DOI: 10.3390/w15193399
26. Ruban G.I., Khodorevskaya R.P. Caspian Sea sturgeon fishery: a historic overview // J. Applied Ichthyol. 2009. V. 27. № 2. P. 199–208. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2011.01725.x

LONG-TERM DYNAMICS OF ECOLOGICAL AND HYDROLOGICAL PARAMETERS OF THE FUNCTIONING OF STURGEON SPAWNING GROUNDS IN THE MIDDLE REACHES OF THE URAL RIVER

A. A. Chibilev, Zh. T. Sivokhip*, Yu. A. Padalko, V. M. Pavleichik

Institute of Steppe, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Orenburg, 460000 Russia

**e-mail: sivokhip@mail.ru*

Long-term variations of ecological and hydrological parameters governing the natural reproduction of sturgeon are analyzed. It was found that long-term variations of hydrological characteristics are taking place against the background of cyclic development of phases with different water abundance and transformation of the annual redistribution of runoff. The contribution of long-term runoff regulation by the Iriklienskoe Reservoir to water regime variations in the Ural River is considered for its middle reaches. A conclusion is made regarding the need to restore the sturgeon herd in the Northern Caspian Sea. Recommendations are made regarding the priority measures for preserving the potential of sturgeon spawning grounds in the middle reaches of the Ural River.

Keywords: spawning grounds, sturgeon, hydrological characteristics, runoff regulation, water level, channel deformations.