

Хабаровскому филиалу ВНИРО (ХабаровскНИРО) 75 лет

УДК 597.5:639

**Н.В. Колпаков¹, Д.В. Коцюк¹, В.И. Островский¹, Н.Н. Семенченко¹,
В.Н. Кошелев¹, А.П. Шмигирилов¹, Е.В. Островская¹, Е.И. Барабанщиков²,
Т.В. Козлова¹, С.Е. Кульбачный¹, Е.В. Подорожнюк¹, О.В. Вилкина¹,
М.Е. Шаповалов^{2*}**

¹ Хабаровский филиал ВНИРО (ХабаровскНИРО),
680038, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а;

² Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

**СОВРЕМЕННЫЙ СТАТУС ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
БАССЕЙНА РЕКИ АМУР И ЗАДАЧИ ИХ ИЗУЧЕНИЯ****

Современный уровень обилия водных биологических ресурсов нижнего и среднего Амура (включая оз. Ханка и Амурский лиман) оценен как повышенный с тенденцией к снижению. В 2015–2019 гг. общий российский вылов в бассейне реки составлял 15,9–69,6 тыс. т (в среднем 39,1 тыс. т). Основу уловов формировали тихоокеанские лососи (31,9 тыс. т, 81,6 %), корюшки (5,5 тыс. т, 14,1 %) и жилые пресноводные рыбы (1,5 тыс. т, 3,9 %). Численность амурских лососей после пика 2016 г. снижается (особенно резко у летней кеты и горбуши), также в последние 3 года постепенно сокращается численность азиатской зубастой корюшки. Состояние запасов пресноводных рыб в целом стабильно, отмечается их небольшое увеличение. В результате реализации программы комплексных рыбохозяйственных исследований «Рыбы реки Амур» в 2020–2024 гг. на основе интенсификации традиционного мониторинга численности и биологического состояния промысловых объектов, а также организации углубленных комплексных исследований водных биологических ресурсов в бассейне р. Амур предполагается: повысить качество

* Колпаков Николай Викторович, доктор биологических наук, руководитель филиала, e-mail: kolpakov_nv@mail.ru; Коцюк Денис Владимирович, кандидат биологических наук, заместитель руководителя филиала, e-mail: dk-fish@mail.ru; Островский Владимир Иванович, кандидат биологических наук, заведующий сектором, e-mail: Ostrovkhv@rambler.ru; Семенченко Надежда Николаевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: n.semenchenko@mail.ru; Кошелев Всеволод Николаевич, кандидат биологических наук, заведующий сектором, e-mail: scn74@mail.ru; Шмигирилов Андрей Петрович, заведующий сектором, e-mail: apshmig@mail.ru; Островская Елена Владимировна, научный сотрудник, e-mail: Ostrovskaya.tinro@yandex.ru; Барабанщиков Евгений Иванович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, e-mail: evgeniy.barabanshchikov@tinro-center.ru; Козлова Татьяна Викторовна, ученый секретарь, e-mail: uch_khvtinro@mail.ru; Кульбачный Сергей Евгеньевич, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, e-mail: kulbacnyj@mail.ru; Подорожнюк Елена Владимировна, и.о. заведующего лабораторией, e-mail: podorozhnyuktinro@yandex.ru; Вилкина Ольга Владимировна, ведущий специалист, e-mail: burlak_arv@mail.ru; Шаповалов Максим Евгеньевич, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: Shapovalov@tinro.ru.

** Статья представляет собой несколько сокращенный и переработанный вариант пятилетней (2020–2024 гг.) программы комплексных рыбохозяйственных исследований водных биологических ресурсов бассейна р. Амур «Рыбы реки Амур».

данных по численности и биологическому состоянию основных объектов промысла (тихоокеанские лососи, корюшки, пресноводные виды рыб) как исходных данных для формирования прогноза вылова; получить количественные данные по обилию основных компонентов биоты (фито- и зоопланктон, макрозообентос, рыбы) и их изменчивости в зависимости от факторов среды; оценить состояние кормовой базы рыб, в том числе молоди лососей и осетровых искусственного воспроизводства. В целом полученные результаты позволят усовершенствовать имеющиеся подходы к регулированию промысла, развитию рыболовства и в итоге к организации эффективного рыбохозяйственного комплекса в бассейне Амура.

Ключевые слова: река Амур, водные биологические ресурсы, промысел, состояние запасов, тихоокеанские лососи, корюшки, пресноводные виды рыб, осетровые.

DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-499-529.

Kolpakov N.V., Kotsyuk D.V., Ostrovsky V.I., Semenchenko N.N., Koshelev V.N., Shmigirilov A.P., Ostrovskaya E.V., Barabanshchikov E.I., Kozlova T.V., Kulbachny S.E., Podorozhnyuk E.V., Vilkina O.V., Shapovalov M.E. Modern state of aquatic biological resources of the Amur River basin and directions of their research // *Izv. TINRO*. — 2020. — Vol. 200, Iss. 3. — P. 499–529.

Current status of aquatic biological resources in the middle and lower parts of the Amur River basin, including Lake Khanka and the Amursky Liman, is assessed. Generally high abundance of the water organisms is noted, but a downward trend is revealed. In 2015–2019, the total annual catch in the basin by Russian fishermen changed between $15.9\text{--}69.6 \cdot 10^3$ t (on average $39.1 \cdot 10^3$ t), with the main portions of pacific salmons ($31.9 \cdot 10^3$ t, or 81.6 % of total catch) and smelts ($5.5 \cdot 10^3$ t, 14.1 %). After the peak in 2016, the salmons abundance in the Amur has decreased, particularly for summer chum salmon and pink salmon, the number of arctic rainbow smelt *Osmerus dentex* has decreased gradually in the last 3 years. The stocks of freshwater fish are generally stable, with a slight increase for some species. The program of fisheries research «Amur River Fishes» implemented for 2020–2024 includes intensifying of traditional monitoring of the stocks and their biological state, as well as organization of detailed comprehensive studies for key species. Improvement of data quality on status of the main stocks of pacific salmons, smelts, and freshwater fishes is planned, as the basis for fisheries forecasting. Besides, the program conducts quantitative assessment of the main components of the ecosystem (phyto- and zooplankton, macrozoobenthos, and fish) and their dependence

Kolpakov Nikolay V., D.Biol., director, Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia, e-mail: kolpakov_nv@mail.ru; Kotsyuk Denis V., Ph.D., deputy director, Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia, e-mail: dk-fish@mail.ru; Ostrovsky Vladimir I., Ph.D., head of sector, Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia, e-mail: Ostrovkhv@rambler.ru; Semenchenko Nadezhda N., Ph.D., leading researcher, Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia, e-mail: n.semenchenko@mail.ru; Koshelev Vsevolod N., Ph.D., head of sector, Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia, e-mail: scn74@mail.ru; Shmigirilov Andrey P., head of sector, Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia, e-mail: apshmig@mail.ru; Ostrovskaya Elena V., researcher, Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia, e-mail: Ostrovskaya.tinro@yandex.ru; Barabanshchikov Eugene I., Ph.D., head of laboratory, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: evgeniy.barabanshchikov@tinro-center.ru; Kozlova Tatyana V., scientific secretary, Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia, e-mail: uch_khvtinro@mail.ru; Kulbachny Sergey E., Ph.D., head of laboratory, Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia, e-mail: kulbacnyi@mail.ru; Podorozhnyuk Elena V., acting head of laboratory, Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia, e-mail: podorozhnyuktinro@yandex.ru; Vilkina Olga V., leading specialist, Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia, e-mail: burlak_arv@mail.ru; Shapovalov Maxim E., Ph.D., leading researcher, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: Shapovalov@tinro.ru.

on environmental changes. State of food base for the Amur fish will be evaluated, including the feeding of artificially reproduced juveniles of salmon and sturgeons. Results of these studies will allow to improve approaches to regulation of fishery and to promote development of fishery industry toward organization of effective fishery complex in the Amur River basin.

Key words: Amur River, aquatic biological resources, fishery, fish stock, pacific salmon, smelt, freshwater fish, sturgeon.

Введение

Амур — важнейшая в хозяйственном отношении река Дальнего Востока. Ее уникальность определяется несколькими факторами. По длине это десятая в мире и четвертая среди рек Северного полушария. Длина русла Амура — 2824 км от места слияния рек Шилка и Аргунь до его впадения в Амурский лиман. По площади бассейна (1,855 млн км²) Амур уступает только великим сибирским рекам (Енисею, Оби и Лене). России принадлежит более половины площади бассейна Амура (1,003 млн км²), включая 172,3 тыс. рек и более 61 тыс. озер. Амурский бассейн расположен в нескольких климатических зонах: от сухого климата континентальной Азии до муссонного климата Дальнего Востока. Формирование ихтиофауны реки происходило на стыке Голарктической и Сино-Индийской областей на основе древнего верхнетретичного комплекса, что обусловило ее высокое видовое богатство в настоящее время [Никольский, 1956; Bogutskaya et al., 2008]. Здесь обитает ряд эндемичных видов, в том числе такие ценные, как амурский осетр *Acipenser schrenckii* и калуга *A. dauricus*. В последние пять лет российский вылов рыбы в бассейне нижнего и среднего Амура, включая Амурский лиман, изменялся от 15,9 до 69,6 тыс. т.

Рыбохозяйственные исследования в бассейне Амура начались в конце XIX века [Крюков, 1894; Бражников, 1900, 1904; Шмидт, 1950]. С исследованиями В.К. Бражникова связано начало систематического научно-промыслового изучения дальневосточных лососей [Правдин, 1940]. В 1907 г. Департаментом земледелия на Дальний Восток направлен В.К. Солдатов, которому удалось организовать Дальневосточную экспедицию по изучению рыбных ресурсов, в том числе осетровых и лососей [Солдатов, 1912, 1915].

Системные исследования биологических ресурсов реки начались с 1925 г. после создания Тихоокеанской научно-промысловой станции (ныне Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО»). За ряд лет проведено несколько важных экспедиций: 1928 г. — первые исследования оз. Ханка; 1929–1930 гг. — исследования осетровых и пресноводных рыб Амура; 1931 г. — Горин-Эворонская экспедиция и работы в Амурском лимане; 1931–1937 гг. — Ханкайская и Амуро-Ханкайская экспедиции; 1935 г. — Среднеамурская экспедиция и др. [Пробатов, 1930а–в, 1931, 1935; Каневец, 1931а, б; Каневец, Розов, 1934; Розов, 1934; Таранец, 1937а–г; Засельский, 1984]. С 1936 по 1940 г. в бассейне Амура были организованы постоянные наблюдательные пункты, и сбор материалов продолжился в режиме мониторинга [Богаевский, 1940, 1945, 1947, 1948]. Важнейшие исследования Амура провели специалисты Московского государственного университета в 1945–1949 гг. (совместно с ТИНРО и его Амурским отделением) в рамках Амурской ихтиологической экспедиции под руководством Г.В. Никольского [1950]. В результате получены сведения по биологии множества видов рыб, подробно рассмотрены их происхождение и распределение, закономерности размножения, роста и динамики стада жилых рыб, их пищевые отношения, миграции, зимовка; большое внимание уделено обоснованию рационального хозяйственного использования рыб бассейна Амура [Никольский, 1956]. Следует отметить также подготовленную в дальнейшем обстоятельную сводку по биологии и перспективам воспроизводства амурского осетра и калуги [Свирский, 1967]. Основное же внимание исследователей во второй половине XX столетия было сконцентрировано на изучении тихоокеанских лососей, в том числе на вопросах их естественного воспроизводства, искусственного разведения, а также состояния кормовой базы молоди [Леванидова, 1968; Леванидов, 1969; Рослый, 2002].

В настоящее время ихтиологические исследования в бассейне Амура ведутся преимущественно в рамках государственного мониторинга биологического состояния и численности, что до последнего времени позволяло в общем удовлетворительно оценивать текущее состояние запасов основных объектов промысла, прогнозировать краткосрочные изменения их численности (в рамках подготовки прогнозов общего допустимого улова (ОДУ) и прогнозируемого/рекомендованного вылова (ПВ/РВ)) и оперативно регулировать промысел. Вместе с тем с учетом климатических изменений и увеличения масштабов антропогенного воздействия этого недостаточно для полноценного анализа современного статуса экосистемы Амура, разработки прогноза ее изменений и рациональной организации рыбного хозяйства в бассейне реки.

Основными факторами антропогенного воздействия являются: увеличение численности населения, проживающего по берегам рек бассейна Амура, активное развитие промышленности, сельского хозяйства и рыбного промысла, строительство ГЭС, ННН-промысел (незаконный, несообщаемый и нерегулируемый), а также наличие сети рыбоперерабатывающих заводов. Усугубляет ситуацию трансграничный статус р. Амур.

Поступление в реку неочищенных или недоочищенных промышленных и бытовых стоков ведет к загрязнению реки различными поллютантами [Кондратьева, 2005; Чухлебова и др., 2011; Чухлебова, 2012]. Зарегулирование стока рек Зeya и Бурея в российской части бассейна, а также ряда рек на территории КНР привело к значительному нарушению паводкового режима (рис. 1). Попуски воды нарушают естественные сроки прохождения биологических процессов, что приводит к нарушению нерестовых циклов и резорбции половых продуктов рыб, изменению состава кормовой базы и в целом является причиной смещения биологических ритмов водной биоты.

Интенсивный промысел оказал существенное влияние на снижение промыслового запаса ценных видов, особенно осетровых [Кошелев, 2010; Кошелев и др., 2016; Колпаков, Коцюк, 2019]. Кроме того, на территории КНР промысел осуществляется с применением мелкоячейных орудий лова, ориентированных на максимальное изъятие

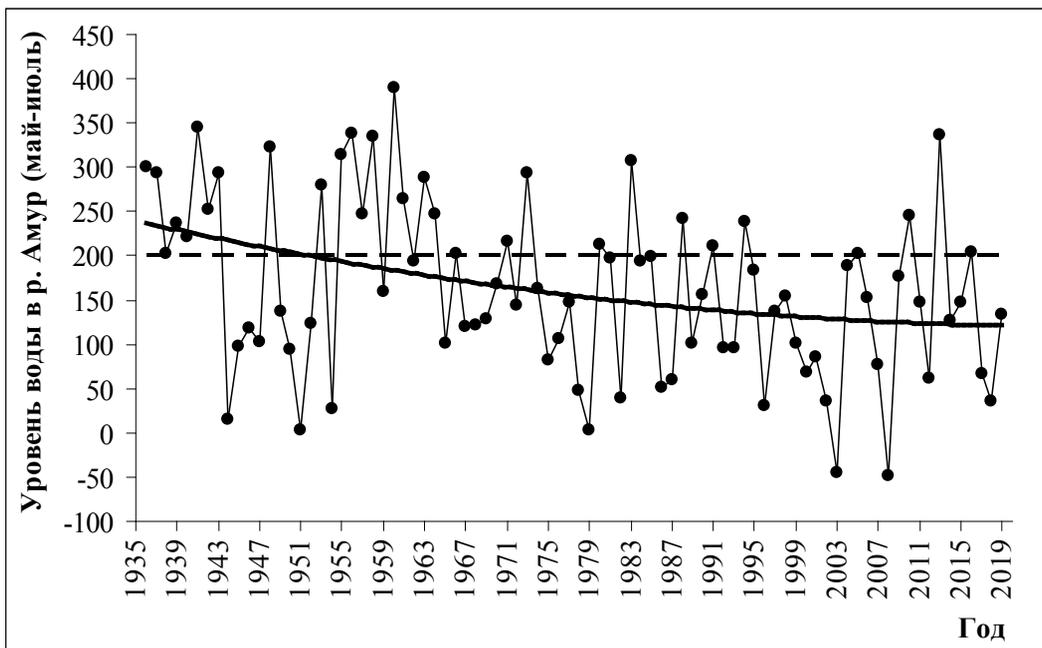


Рис. 1. Многолетняя динамика уровня воды в Амуре в летний период (по данным ФГБУ «Дальневосточное УГМС»). Пунктиром указан уровень, при котором начинает заливаться пойма

Fig. 1. Long-term dynamics of the water level in the Amur River in summer (by the data of Far-Eastern hydrometeorological service). The level of water overflow to floodplain is marked by dotted line

любой рыбы, что приводит к существенному сокращению пополнения у ряда промысловых объектов. Нередко рыбоводами КНР производится стихийная несанкционированная интродукция в бассейн Амура новых видов рыб с непредсказуемыми последствиями без согласования с российской стороной [Свирский, Барабанщиков, 2009; Бутова, Новомодный, 2014]. В бассейне Амура на протяжении XX века было найдено не менее 25 чужеродных для его ихтиофауны видов [Новомодный, Беляев, 2003]. Еще одним негативным фактором является скупка китайскими предпринимателями на территории Российской Федерации рыбы из нелегальных (браконьерских) уловов.

Изменения климата в первую очередь проявляются в динамике водности реки, что через изменения площади нерестилищ и величины кормовой базы в конечном счете отражается на эффективности воспроизводства водных биологических ресурсов. Цикл комплексных исследований экосистем морей и эстуариев Дальнего Востока показал, что, несмотря на существенный антропогенный пресс, динамика численности промысловых рыб и беспозвоночных в большинстве районов определяется преимущественно естественными факторами [Шунтов, Темных, 2011; Шунтов, 2016, 2017; Колпаков, 2018]. С начала 2000-х гг. численность тихоокеанских лососей северо-западной Пацифики находится на повышенном уровне. Лососи — флуктуирующие виды, их численность не может оставаться высокой постоянно. И действительно, в последние годы обозначилась тенденция к ее снижению, по крайней мере в ряде южных районов, включая и Амур [Шунтов, Темных, 2017; Колпаков, Коцюк, 2018]. Поэтому в ближайшие несколько лет, по-видимому, численность амурских лососей будет снижаться, что не исключает вероятности появления у них отдельных урожайных поколений. В этих условиях особую актуальность приобретают углубленные исследования биологии этих рыб, их распределения в бассейне реки, состояния нерестового фонда и т.д.

Отдельный большой блок проблем связан с необходимостью оценки приемной емкости водотоков по отношению к молоди лососевых и осетровых рыб, а также эффективности искусственного воспроизводства (оценка коэффициентов возврата) на конкретных рыбоводных заводах. Кроме того, для сохранения биоразнообразия амурских лососей, оценки величины их стрэинга, а также пропорционального распределения промысловой нагрузки на стада отдельных нерестовых притоков необходимы генетические исследования внутривидовой дифференциации этих рыб.

Все вышесказанное предопределило появление программы комплексных рыбохозяйственных исследований водных биологических ресурсов бассейна р. Амур «Рыбы реки Амур», предусматривающей не только расширение традиционного мониторинга биологического состояния и численности промысловых рыб, но и проведение в бассейне реки комплексных эколого-рыбохозяйственных исследований с организацией целого ряда экспедиций, а также работ на стационарах (полигонах) для выявления текущего статуса биологических сообществ как индикатора состояния экосистемы. В частности, необходимо получить информацию по современному состоянию ихтиоцены и проанализировать воздействие климатических изменений и антропогенных нагрузок различной этиологии на запасы тихоокеанских лососей, осетровых и других промысловых рыб. Для решения таких масштабных задач необходима интенсификация сбора биологических материалов, а также совершенствование методов их обработки. В условиях сокращения финансирования и ослабления кадрового потенциала рыбохозяйственной науки, несомненно, потребуются интеграция усилий специалистов ХабаровскНИРО с учеными ТИНРО, других филиалов ВНИРО, а также институтов системы РАН. Кроме того, необходимо внедрение современных инструментальных методов учета численности (аэросъемки с использованием квадрокоптеров, дистанционная видеорегистрация, гидроакустические съемки, радиометки и т.п.), оценки возврата (отолитное маркирование, микрохимический анализ отолитов), определения трофического статуса гидробионтов (анализ стабильных изотопов С и N), генетических исследований, создание моделей популяций промысловых объектов. Что касается пре-

сноводных рыб, то в первую очередь необходимо проведение комплексных съемок для выявления перспективных для промысла районов и видов.

Следует полагать, что при реализации намеченной программы исследований будет заложена основа для совершенствования подходов к регулированию промысла, развитию рыболовства и в целом для организации эффективного рыбохозяйственного комплекса в бассейне Амура. Необходимыми шагами в развитии рыбного хозяйства региона должны стать: оценка приемлемой величины промысловой нагрузки (приведение количества рыболовных участков (РЛУ) в соответствии с имеющимися запасами промысловых видов); совершенствование мер регулирования промысла (региональная Стратегия добычи лососей, Правила рыболовства) и создание условий, способствующих искоренению ННН-промысла, выведению рыболовства из тени; введение в промысел новых районов и организация хозяйственного освоения новых объектов; развитие сопутствующих секторов (аквакультура, глубокая переработка сырья и т.д.).

В условиях санкций для продовольственной безопасности государства становятся актуальными знания об имеющихся внутренних резервах, позволяющих снизить зависимость от внешних факторов. Кроме того, развитие рыбохозяйственного комплекса позволит дать дополнительные рабочие места, что снизит социальную напряженность в регионах Приамурья.

Цель настоящей статьи — представить программу комплексных рыбохозяйственных исследований водных биологических ресурсов бассейна р. Амур, оценить текущий статус как в целом водных биологических ресурсов нижнего и среднего Амура (включая оз. Ханка и Амурский лиман), так и наиболее важных промысловых объектов, а также конкретизировать направления их комплексных исследований на ближайшую перспективу.

Цели программы — на основе комплексного подхода к изучению и рациональному использованию водных биоресурсов бассейна Амура обеспечить рыбное хозяйство региона сырьевой базой традиционных объектов промысла и увеличить ее за счет недоосвоенных и перспективных гидробионтов; на основе теоретических и прикладных разработок увеличить ресурсный потенциал отрасли путем развития пастбищной аквакультуры лососей, искусственного воспроизводства осетровых и индустриальной аквакультуры других водных биоресурсов. Задачи программы:

1) расширить масштабы рыбохозяйственного мониторинга наиболее важных биологических ресурсов (тихоокеанские лососи, осетровые, корюшки, пресноводные виды рыб) в бассейне р. Амур;

2) исследовать качественный и количественный состав основных компонентов биоты (фито-, зоо- и иктиопланктон, макрозообентос, рыбы) и оценить их изменчивость в зависимости от факторов среды;

3) на основе данных трофологических исследований и оценок кормовой базы углубить представления о лимитирующей численности рыб факторах, что позволит в дальнейшем приблизиться к оценке экологической емкости отдельных биотопов и в целом бассейна Амура (в том числе в отношении молоди лососей и осетровых искусственного воспроизводства);

4) оценить численность интродуцированных видов и возможности их освоения промыслом;

5) изучить биологию и определить запасы перспективных для промысла видов (двустворчатые моллюски, креветки, рыбы);

6) оценить характер и степень антропогенного воздействия на экосистему р. Амур на современном этапе;

7) провести инвентаризацию рыбоводно-мелиоративных работ, акклиматизаций и искусственного воспроизводства, выполняемых в бассейне реки, определить эффективность данных мероприятий;

8) осуществить научное обеспечение российско-китайского рыбохозяйственного сотрудничества и защиты национальных интересов России;

9) сформулировать предложения для государственного и международного регулирования рыболовства на Амуре.

Состав и структура водных биоресурсов р. Амур, состояние запасов и степень освоённости промыслом

Основу водных биологических ресурсов бассейна Амура составляют анадромные и жилые виды рыб. Максимальные уловы лососей в Амуре в прошлом веке достигали 99,0 тыс. т (1910 г.), всех прочих рыб и рыбообразных — 16,8 тыс. т (1941 г.), однако в начале 2000-х гг. общий ежегодный вылов не превышал 4,5–6,0 тыс. т (рис. 2). С начала XXI века до 2016 г. происходило поступательное увеличение как рекомендованных объемов, так и вылова рыб в Амуре. Это было связано в первую очередь с ростом численности тихоокеанских лососей и корюшек. На этом фоне важную роль в увеличении общего вылова играло развитие рыбной отрасли региона, включая наращивание перерабатывающих мощностей, и, как следствие, освоение ранее слабо охваченных промыслом ресурсов.

В 2015–2019 гг. общая величина ОДУ, ПВ и РВ в бассейне Амура изменялась от 32,8 до 85,3 тыс. т (в среднем 59,8 тыс. т) (табл. 1). При этом фактические уловы составляли от 15,9 до 69,6 тыс. т (39,1 тыс. т). Доля освоения сырьевой базы была равна 44,3–82,9 % (рис. 2).

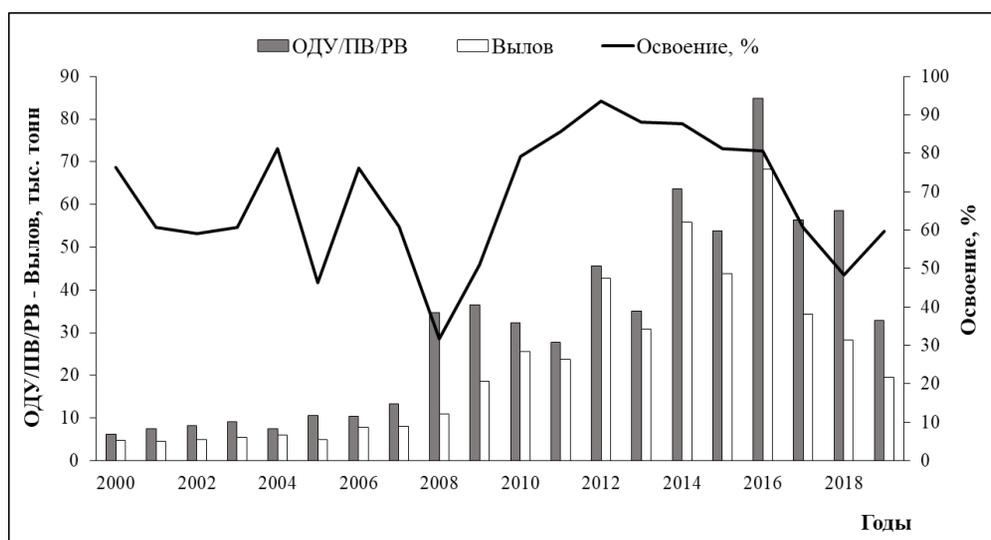


Рис. 2. Рекомендованные объемы (ОДУ и ПВ), фактический вылов (тыс. т) и освоение квот добычи (%) водных биологических ресурсов в бассейне р. Амур в 2000–2019 гг.

Fig. 2. Recommended volumes (total allowed catch and projected catch), actual catch (10^3 t) and percentage of quota using (%) for water biological resources in the Amur basin, 2000–2019

Основу уловов в Амуре в 2015–2019 гг. составляли тихоокеанские лососи (в среднем 31,9 тыс. т, 81,6 % всего улова), корюшки (5,5 тыс. т, 14,1 %) и жилые пресноводные рыбы (1,5 тыс. т, 3,9 %) (рис. 3). Калуга и амурский осетр, некогда (конец XIX века) обеспечивавшие значительные уловы (в сумме до 1,2 тыс. т) [Крюков, 1894], в настоящее время из-за низкой численности запрещены к промыслу, но представляют значительный потенциал как особо ценные виды.

Биологическая продуктивность и структура сырьевой базы различных участков амурского бассейна определяются их физико-географическими характеристиками, региональными особенностями климато-океанологических параметров и другими факторами [Семенченко, 2017; Золотухин, Канзепарова, 2019]. С рыбохозяйственной точки зрения, наиболее значима нижняя часть бассейна, расположенная в пределах

Хабаровского края и ЕАО (рис. 3, а, б). Здесь сосредоточено 98,3 % ресурсов рыб Амура. В составе сырьевой базы преобладают тихоокеанские лососи (85,1 %), корюшки (10,5 %) и пресноводные виды рыб (2,6 %). Среднегодовой за 2015–2019 гг. вылов составляет 38,8 тыс. т. В Амурской области и Приморском крае запасы рыб в целом невелики (рис. 3), хотя они играют существенную роль для местного промысла (в частности, в оз. Ханка). В составе сырьевой базы в этой части бассейна преобладают пресноводные рыбы.

Таблица 1

Динамика ОДУ (ПВ, РВ) водных биологических ресурсов бассейна р. Амур в 2015–2019 гг., т

Table 1

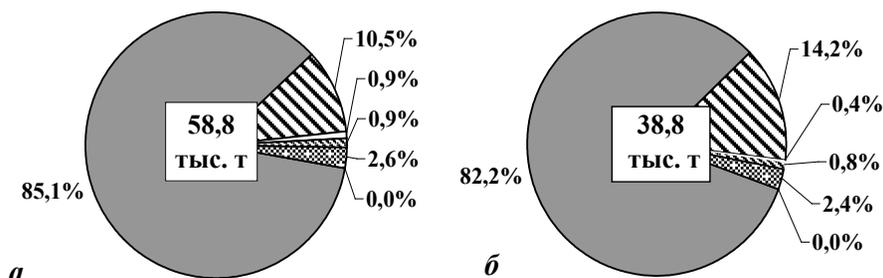
Dynamics of total allowable catch (projected catch, recommended catch) for water biological resources in the Amur basin, 2015–2019, t

Объект промысла и вид рыбы	2015	2016	2017	2018	2019
<i>Хабаровский край и ЕАО</i>					
Тихоокеанские лососи	45762	77038	48355	58140	21017
Горбуша	2261	27000	2757	30844	1097
Кета летняя	11857	17403	13522	7285	3492
Кета осенняя	31644	32635	32076	20011	16428
Корюшки	5103	4724	6857	6263	7976
Азиатская	3626	3247	4747	3430	3535
Малоротая обыкновенная	1477	1477	2110	2833	4441
Минога	500	500	500	500	500
Карась	502	543	545	569	560
Прочие пресноводные виды рыб	1472	1489	1466	1506	1573
Калуга	2,8	1,2	3,2	3,2	2,6
Осетр амурский	2,5	1,7	2,7	2,7	2,2
Всего	53344,3	84296,9	57728,9	66983,9	31630,8
<i>Амурская область</i>					
Карась	34,0	26,0	26,0	26,2	26,2
Прочие пресноводные виды рыб	194,0	147,0	141,0	147,9	147,9
Всего	228,0	173,0	167,0	174,1	174,1
<i>Приморский край</i>					
Кета	40	40	40	40	40
Карась	100	100	50	120	120
Прочие пресноводные виды рыб	810	700	310	784	794
Всего	950	840	400	944	954
Итого по бассейну Амура	54522,3	85309,9	58295,9	68102,0	32758,9

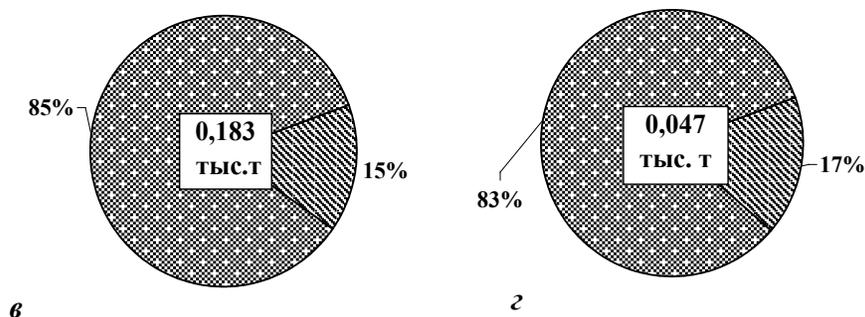
Как указано выше, в большинстве случаев динамика численности эксплуатируемых запасов в бассейне Амура, как и в целом в Дальневосточном бассейне, определяется преимущественно природными процессами, но антропогенное воздействие также имеется. Чаще всего промысел может ускорять или замедлять естественные изменения численности промысловых видов (лососи, корюшки, пресноводные виды рыб), но в некоторых случаях и непосредственно воздействовать на запас, нарушая естественный ход событий, — в большей степени это относится к небольшим популяциям долгоживущих видов, особо ценных в коммерческом отношении (калуга и амурский осетр).

Традиционные объекты многолетнего промысла: тихоокеанские лососи (горбуша *Oncorhynchus gorbusha*, летняя и осенняя кета *O. keta*), корюшки (азиатская зубастая *Osmerus dentex*, обыкновенная малоротая *Hypomesus olidus*), пресноводные виды рыб

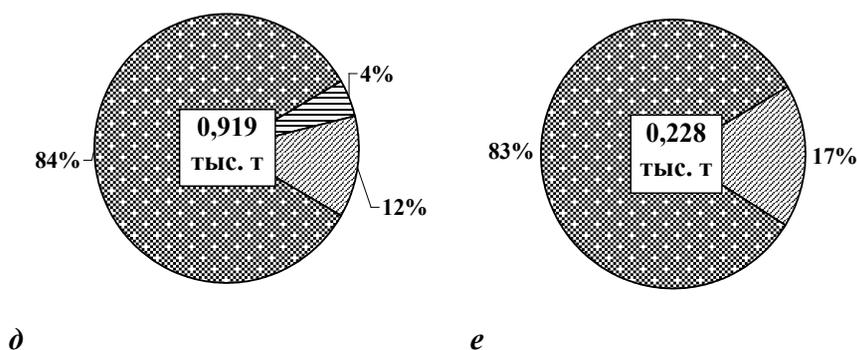
■ Лососи ▨ Корюшки □ Минога ▩ Карась ▤ Пр. пресноводные ▨ Осетровые



Хабаровский край



Амурская область



Приморский край

Рис. 3. Величина (тыс. т) и структура (%) сырьевой базы (ОДУ и ПВ (РВ)) (а, в, д), а также уловы рыб в бассейне р. Амур (по осредненным данным 2015–2019 гг.) (б, г, е)

Fig. 3. Biomass (10^3 t) and structure (%) of the fishing basis (total allowed catch, projected catch, recommended catch) in the Amur basin (а, в, д) and fish landings in the Amur basin averaged for 2015–2019 (б, г, е)

(верхогляд *Chanodichthys erythropterus*, монгольский краснопер *Ch. mongolicus*, амурский белый лещ *Parabramis pekinensis*, карась *Carassius gibelio*, сазан *Cyprinus rubrofuscus*, кони *Hemibarbus* spp., толстолобики *Hypophthalmichthys molitrix* и *H. nobilis*, язь *Leuciscus waleckii*, жерех *Pseudaspius leptoccephalus*, крупночешуйный желтопер *Xenocypris macrolepis*, сом *Silurus asotus*, щука *Esox reichertii*, сиги *Coregonus* spp., ленки *Brachymystax* spp., налим *Lota lota*). В настоящее время они составляют основу сырьевой базы рыболовства и

абсолютно преобладающую часть ежегодного вылова. Их ресурсы используются наиболее полно. Вместе с тем в последние годы отмечается дисбаланс между количеством РПУ в бассейне Амура (и в целом величиной промысловой нагрузки) и численностью тихоокеанских лососей (особенно кеты) [Колпаков, Коцюк, 2019].

Наиболее многочисленные виды этой группы находятся в сфере регулярного мониторинга, т.е. рыбохозяйственной науке в основном до сих пор удается отслеживать их динамику численности. В предстоящем пятилетии очень важным является продолжение (а в ряде случаев и расширение масштабов) мониторинга состояния популяций этой группы промысловых объектов, результаты которого позволят ежегодно реагировать на изменения их запасов увеличением или снижением квот вылова. Эта группа промысловых объектов будет слагать основу вылова в бассейне Амура и в ближайшие годы.

Недоиспользуемые промыслом традиционные объекты: минога *Lethenteron camtschaticum*, уклей *Culter alburnus*, косатки *Tachysurus* spp., змеёголов *Channa argus*, хариусы *Thymallus* spp., таймень *Hucho taimen*, вьюны *Misgurnus* spp. Недоиспользование ресурсов этих рыб связано со сложностями организации их промысла и(или) низким потребительским спросом. Многие из перечисленных видов имеют относительно невысокую численность, но все вместе они составляют довольно существенный резерв рыболовства.

Определённый потенциал для наращивания вылова составляют и водные биоресурсы водохранилищ ГЭС. Средняя за последние 20 лет величина ОДУ в Зейском водохранилище не превышает 100–120 т, в Бурейском — 60–70 т, а среднее освоение составляет 10–30 %. В данных водных объектах велось преимущественно любительское рыболовство, промышленный лов, видимо в силу значительной удаленности от крупных населенных пунктов, не получил распространения по причине низкой рентабельности. После запрета использования сетей при любительском рыболовстве (приказ Минсельхоза России № 228 от 4 июня 2018 г.) освоение лимитов на вылов ведется только в режиме учебного любительского лова. Водные биоресурсы таких значительных по площади водных объектов определённно составляют резерв сырьевой базы, а в свете того, что здесь часто наблюдаются неблагоприятные для нереста рыб условия, данные водоемы перспективны для развития аквакультуры. Расчеты с учетом потенциальной рыбопродуктивности [Сиротский, Богатов, 1999; Бульон, 2007; Бульон, Сиротский, 2008, 2010] позволяют оценить запас всех групп рыб водохранилищ в 16,4 тыс. т сырой массы (табл. 2). При минимальной величине допустимого изъятия в 10 % теоретически величина ОДУ рыб для данных водоемов составит около 1,6 тыс. т. В реальности величины запаса и, соответственно, ОДУ будут меньше, так как отдельные группы рыб, например планктоноядные, практически отсутствуют в водохранилищах, а продукция планктона осваивается только личинками и молодьё рыб. Отметим также, что традиционные ресурсные оценки запаса в водохранилищах расходятся с данными

Таблица 2
Смоделированные величины запаса и теоретически возможного вылова рыб
в водохранилищах ГЭС, т

Table 2

Modeled values of stock and a theoretically probable catch of fish in the reservoirs of hydroelectric power plants, t

Группа рыб	Водохранилища					
	Зейское		Бурейское		Нижне-Бурейское	
	Запас	Вылов	Запас	Вылов	Запас	Вылов
Планктоноядные	8799	880	2925	293	904	90
Бентосоядные	992	99	975	98	74	7
Хищники	1186	119	465	47	120	12
Итого	10977	1098	4365	437	1098	110

моделирования в 2,5 раза [Коцок, 2010]. Поэтому наиболее вероятная величина ОДУ для рыб водохранилищ ГЭС составит около 600–700 т.

Потенциальные для промысла биологические ресурсы: ряд интродуцированных видов рыб (в первую очередь судак *Sander lucioperca* [Семенченко, Подорожнюк, 2014], китайская лапша-рыба *Protosalanx hyalocranius* [Свирский, Барабанщиков, 2009]), суммарный запас которых по оценкам специалистов ТИНРО и ХабаровскНИРО составляет первые тысячи тонн. К этой же группе можно отнести горчаков родов *Rhodeus* и *Acanthorhodeus*, голянов *Phoxinus* spp. и ротана *Perccottus glenii*, пользующихся спросом на рынке КНР. В качестве заметного резерва рыбной промышленности можно рассматривать также и беспозвоночных, весьма многочисленных в ряде районов амурского бассейна [Барабанщиков, Шаповалов, 2019], — пресноводные креветки и крупные двустворчатые моллюски в первую очередь оз. Ханка, а также японская корбикула *Corbicula japonica* Амурского лимана [Дуленина, Дуленин, 2009, 2011]. Промысловое освоение ресурсов корбикулы после ее выведения из Красной книги Хабаровского края в 2015 г. пока так и не началось. С 2020 г. начато освоение ресурсов судака в реке Амур, величина РВ в первый год промысла составляет 90 т.

Что касается пресноводных креветок и крупных двустворчатых моллюсков, маловероятно, что в ближайшее время промышленность сможет приступить к освоению этих потенциальных биологических ресурсов. Но в контексте задач дальнейшего развития рыбного хозяйства в регионе (по ассортименту и объему производства) эти ресурсы заслуживают внимания. Как минимум в предстоящие годы необходимо провести рекогносцировочные исследования в рамках подготовки исходных материалов для более глубоких прикладных исследований.

Мониторинг водных биологических ресурсов бассейна р. Амур

Тихоокеанские лососи — наиболее важная с коммерческой точки зрения группа рыб в Амуре и его лимане. В XX–XXI веках (за период, охваченный наблюдениями, — с 1902 г.) отмечено 2 пика уловов амурских лососей с разницей примерно в 100 лет; максимальный вылов наблюдался в 1910–1920 и 2010-е гг. (рис. 4).

Исторические максимумы уловов горбуши отмечены в четных 1928 г. — 19,6 тыс. т и 2016 г. — 23,1 тыс. т. Поколения нечетных лет имели значительно меньший уровень

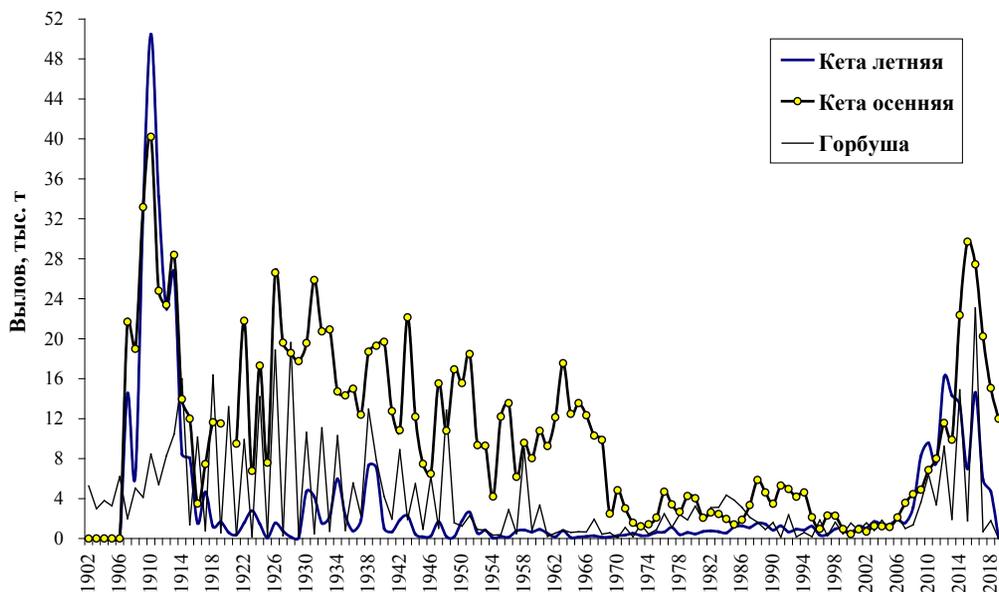


Рис. 4. Динамика уловов тихоокеанских лососей в Амуре в 1902–2019 гг.
Fig. 4. Dynamics of annual catch for pacific salmon in the Amur River, 1902–2019

численности, а соответственно, и вылова. Амурская летняя кета продемонстрировала пики уловов в 1907–1920 гг. (максимум 50,5 тыс. т в 1910 г.) и в 2010-е гг. (максимум 16,1 тыс. т в 2012 г.). График динамики уловов амурской осенней кеты своими тенденциями очень схож с таковым для летней кеты. Максимумы уловов осенней кеты отмечены в 1910 г. (40,2 тыс. т) и 2015 г. (29,7 тыс. т).

Итак, очередной пик численности амурских лососей пришелся на начало XXI века, в 2016 г. их улов достиг максимума за последние 100 лет — более 62 тыс. т. При этом средний годовой вылов горбуши составил $4,2 \pm 1,3$ тыс. т (0,7–23,1), летней кеты — $6,1 \pm 1,2$ тыс. т (0,5–16,1), осенней кеты — $9,0 \pm 2,2$ тыс. т (0,5–29,7). В 2000–2018 гг. по величине улова можно выделить два периода: 2000–2007 и 2008–2018 гг. (табл. 3). В первый из них средний улов горбуши и двух сезонных рас кеты был равен примерно 1,4 тыс. т, во второй — уловы существенно выросли, средний вылов горбуши был равен 6,2 тыс. т, летней кеты — 9,5 тыс. т, осенней кеты — 14,6 тыс. т.

Таблица 3
Уловы тихоокеанских лососей в бассейне р. Амур в 2000–2018 гг., тыс. т
Table 3
Annual catch of pacific salmon in the Amur River basin in 2000–2018, 10³ t

Вид	$M \pm m$	<i>lim</i>
2000–2007		
Горбуша	1,359±0,190	0,821–2,284
Летняя кета	1,351±0,147	0,532–1,859
Осенняя кета	1,415±0,351	0,451–3,557
2008–2018		
Горбуша	6,201±2,122	0,704–23,101
Летняя кета	9,509±1,337	3,094–16,132
Осенняя кета	14,586±2,728	4,435–29,710

Примечание. *M* — среднее значение, *m* — стандартная ошибка, *lim* — пределы изменчивости.

Вылов амурских лососей в 2005–2016 гг. был прямо пропорционален объемам рекомендованного вылова, вместе с тем при увеличении ПВ фактический вылов все больше отклонялся от прогнозного (рис. 5). Объемы ПВ осваивались в среднем на 92,1 %, горбуша за этот период осваивалась в среднем на 92,7 %, летняя кета — на 91,9, осенняя — на 90,2 % (рис. 6). С 2017 г. запасы амурских лососей начали естественным образом снижаться [Колпаков, Коцюк, 2018; Островский и др., 2018; Золотухин, 2019а]. Этот природный процесс был усугублен чрезмерным прессом промысла и браконьерским выловом [Колпаков, Коцюк, 2019]. В итоге в 2017 и 2018 гг. отмечен ряд негативных тенденций в состоянии запасов лососей, в первую очередь летней кеты и горбуши. Это проявилось в снижении уловов на усилие, кроме того, резко снизилось число производителей, учитываемых на нерестилищах [Островский и др., 2018; Золотухин, 2019б].

Мониторинг состояния популяций тихоокеанских лососей дает возможность поддерживать необходимый уровень их естественного воспроизводства и оперативно регулировать интенсивность промысла. Прогноз численности лососей, возвращающихся из моря в реки, — ключевой момент стратегии их эксплуатации, на нем основываются рекомендации по объемам вылова. Численность популяций зависит от множества факторов, действующих на протяжении всего жизненного цикла. Из этого следует, что степень приближения прогнозных значений запаса к фактическим значениям зависит в первую очередь от количества измеряемых параметров и точности измерения. Далее необходимы поиск связей между грациями факторов и численностью популяции, вычленение основных связей, построение и верификация прогностических уравнений. Однако всему этому комплексу работ должен предшествовать хорошо налаженный мониторинг состояния популяции, и прежде всего численности половозрелых рыб (выловленных, пропущенных на нерестилища, участвующих в нересте) и покатной молодежи. Большая часть нижнего Амура представлена сетью нерестовых лососевых

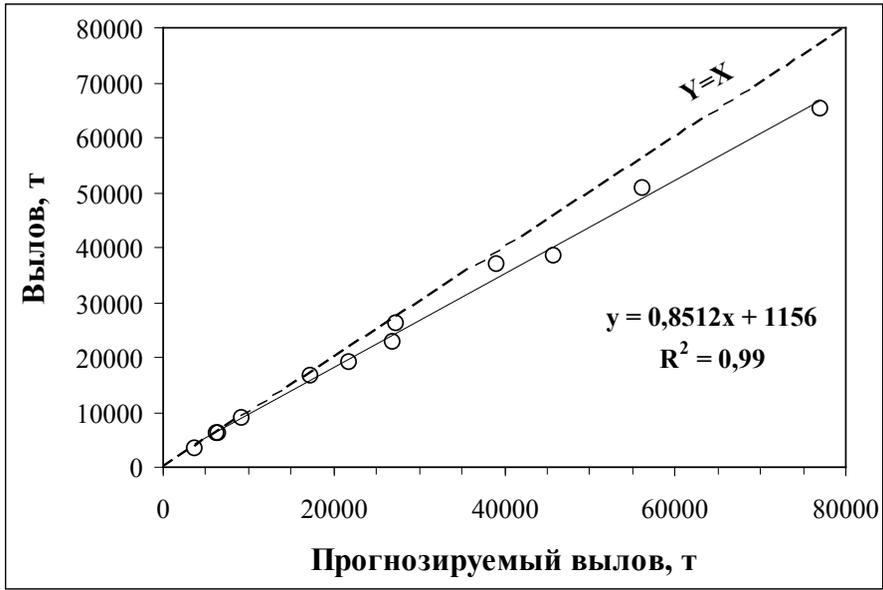


Рис. 5. Зависимость вылова амурских лососей от объема ПВ

Fig. 5. Correlation between projected catch of salmon in the Amur and their real annual catch

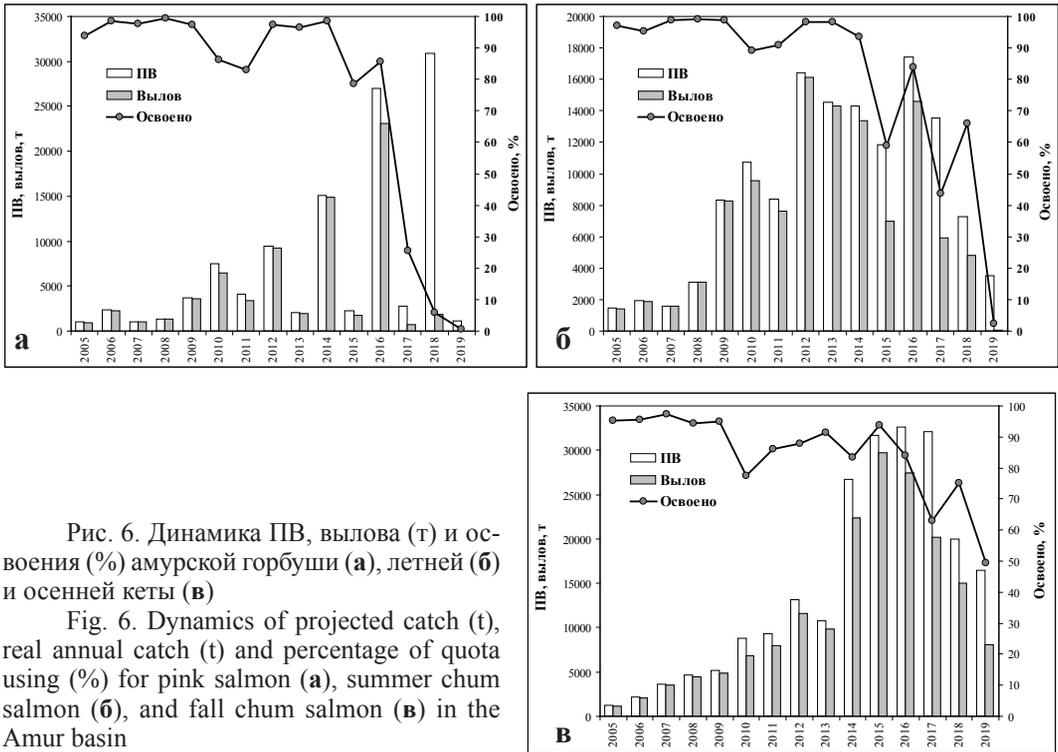


Рис. 6. Динамика ПВ, вылова (т) и освоения (%) амурской горбуши (а), летней (б) и осенней кеты (в)

Fig. 6. Dynamics of projected catch (t), real annual catch (t) and percentage of quota using (%) for pink salmon (а), summer chum salmon (б), and fall chum salmon (в) in the Amur basin

рек. Организовать исследования даже основных нерестовых водотоков на огромной труднодоступной территории в сжатые сроки без привлечения большого отряда квалифицированных кадров, техники и соответствующего финансирования невозможно. Точность прогнозов не может превысить величину ошибки измерения. В середине прошлого века считалось, что в дополнение к 15 существующим контрольно-наблюдательным станциям (КНС) Амуррыбвода необходимо организовать еще 6, оснастив их

приборами автоматического учета. В настоящее время в Хабаровском крае не осталось ни одной КНС. Недостаток финансирования в недавнем прошлом вынудил отказаться от сбора материала по скату молоди и привел в целом к сокращению объемов работ.

Учитывая тенденцию снижения численности амурских лососей, а также высокую социально-экономическую значимость их ресурсов, в настоящее время максимум усилий рыбохозяйственной науки должен быть направлен на расширение масштабов мониторинга их популяций, углубление знаний по биологии, внутривидовой дифференциации и динамике численности этих рыб. Следует активизировать работу по следующим направлениям (рис. 7): учет покатной молоди лососей (несколько пунктов наблюдений: реки Амур (устье), Амгунь, Анюй, возможно, Тунгуска и Усури); учет подходов производителей на всем протяжении миграционных путей от Амурского лимана и устья Амура до нерестилищ; учет производителей на нерестилищах; совершенствование и внедрение инструментальных методов учета — аэросъемка (с использованием БПЛА) (рис. 8), видеорегистрация, гидроакустическая съемка и т.п.; мечение; изучение биологии; проведение съемок на нерестилищах лососей, их картирование и уточнение площади с использованием ГИС-технологий [Свиридов, Золотухин, наст. выпуск]; обоснование границ контрольных участков для учётов производителей, адекватно отражающих их численность по району [Золотухин, 2019б]; сбор материалов для проведения генетических исследований; отолитное маркирование для оценки возвратов к конкретным заводам (рис. 9).

Осетровые виды рыб. Амурский осетр и калуга ранее являлись ценными объектами промысла с максимальным годовым выловом по 0,6 тыс. т (1891 г.) [Крюков, 1894]. Перелом в первой половине XX века привел к существенному снижению уловов (рис. 10), что в свою очередь стало причиной введения в 1958 г. запрета на их промысел.

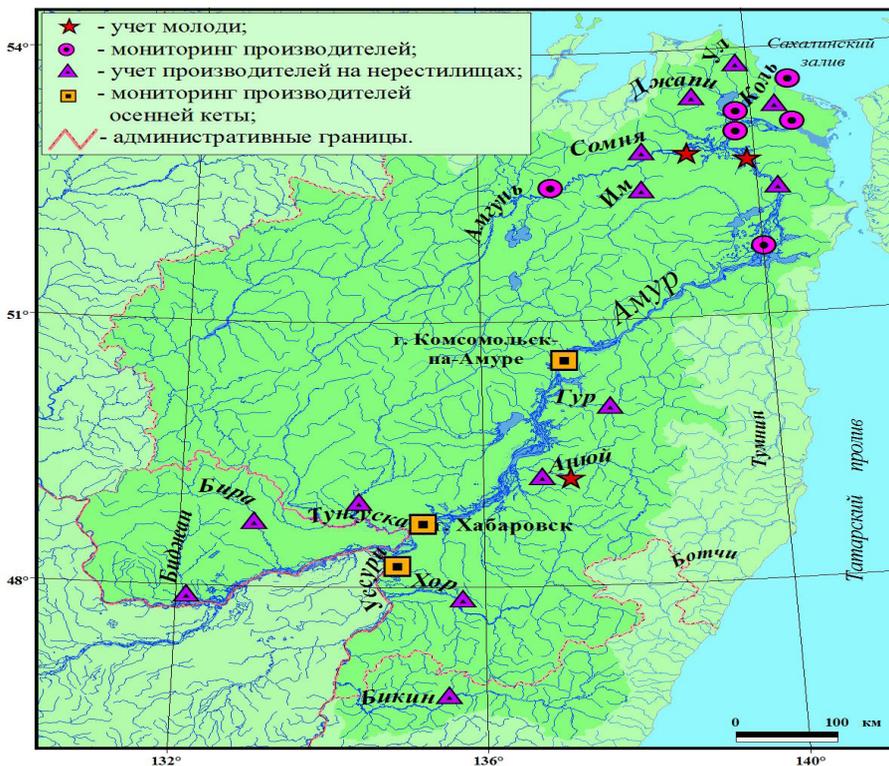


Рис. 7. Обзорная карта-схема районов мониторинговых работ по тихоокеанским лососям в бассейне Амура

Fig. 7. Scheme of monitoring on pacific salmon in the Amur basin

Рис. 8. Съемка с БПЛА производителей кеты на нерестилище р. Тугур

Fig. 8. UAV photographing of chum salmon producers on the spawning ground in the Tugur River

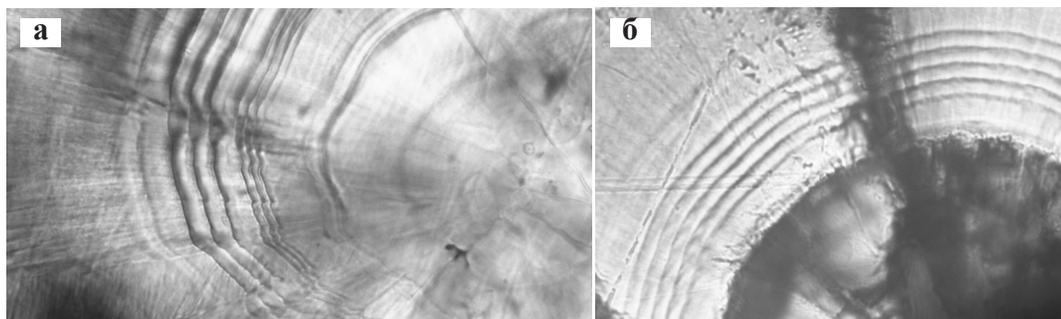


Рис. 9. Результаты маркирования эмбрионов осенней кеты на Анюйском ЛРЗ в 2019 г.: а — термическое (метка 3n, 3H); б — «сухое» (метка 5H)

Fig. 9. Results of otoliths marking for fall chum embryos at Anyui salmon hatchery in 2019: а — thermal method (mark type 3n, 3H); б — dry method (mark type 5H)

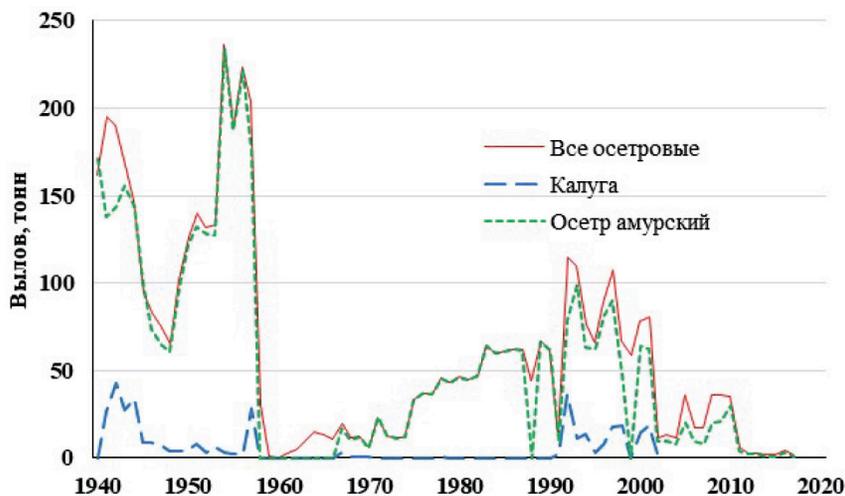


Рис. 10. Динамика вылова осетровых в Амуре и его лимане
Fig. 10. Dynamics of annual catch of sturgeons in the Amur River and the Amursky Liman

В настоящее время лов осетровых ведется только для целей искусственного воспроизводства (заготовка производителей) и в рамках ежегодных научных исследований. Численность калуги в нижнем Амуре и Амурском лимане по данным последних исследований [Кошелев и др., 2016] составляла 345,1 тыс. экз., биомасса — 7110,9 т, амурского осетра — 289,2 тыс. экз. и 1946,3 т. Основные запасы обоих видов (до 90 %) сосредоточены в Амурском лимане. Восстановление численности амурских осетровых возможно в первую очередь за счет сокращения нелегального вылова и искусственного воспроизводства.

Несмотря на высокую ценность осетровых Амура, их изучение до последнего времени носило эпизодический характер. Анализ библиографического списка, включающего более 15 тыс. работ об *Acipenseriformes* [Hochleithner et al., 2012], показал, что калуга и амурский осетр, наряду с сахалинским осетром *Acipenser mikadoi*, являются наименее изученными видами отряда. Имеющиеся литературные данные по этим видам либо существенно устарели, либо недостаточно полны [Никольский, 1956; Свирский, 1967; Кошелев, 2010]. Многие аспекты биологии этих рыб до сих пор не изучены. Поэтому в ближайшие годы необходимо провести полноценные по охвату и объему исследования осетровых Амура. Эти данные о состоянии популяций обоих видов, кроме всего, позволят выработать научно обоснованные решения Росрыболовства по следующим основным проблемам: возможность открытия промышленного лова амурских осетровых, чего постоянно добиваются рыбопромышленники; целесообразность внесения амурских осетровых в красные книги федерального и местного значения; разработка эффективной стратегии охраны и воспроизводства осетровых на Амуре с целью увеличения их численности и создания промыслового эксплуатируемого стада; формирование соответствующей позиции в рамках международного сотрудничества с КНР, имеющей общие с Россией запасы осетровых и эксплуатирующей их без серьезного изучения и масштабных мероприятий по охране и воспроизводству.

В связи с вышеизложенным основной целью изучения популяций осетровых р. Амур является разработка биологических основ сохранения и восстановления ресурсов калуги и амурского осетра с учетом их экологических особенностей и состояния популяций. Получаемые в ходе мониторинга (рис. 11) данные о численности



Рис. 11. Обзорная карта-схема мониторинговых работ по осетрам в бассейне Амура

Fig. 11. Scheme of monitoring on sturgeons in the Amur basin

производителей, прошедших на нерестилища нижнего и среднего Амура, а также об их биологических характеристиках позволят более точно оценить состояние нерестовой части популяции калуги и амурского осетра.

Исследования нагульной части популяции, в первую очередь молодежи начальных возрастных групп калуги и амурского осетра, дадут возможность оценить уровень естественного воспроизводства осетровых. Наличие в уловах особей с аномалией обонятельного органа, типичной для «рыбоводной» молодежи, а также работы по генетической идентификации молодежи, имеющей заводское происхождение, позволят достоверно оценить доли молодежи в местах нагула в русле Амура, имеющей естественное или искусственное происхождение. Определение «вклада» искусственного воспроизводства в поддержание запасов осетровых Амура позволит регулировать его объемы и качественные показатели (навески, сроки выпуска, соотношение по видам).

Задачи работ: оценка биологического состояния нагульной и нерестовой частей популяции калуги и амурского осетра на исследуемых участках среднего и нижнего Амура (размерный, весовой, возрастной и половой состав); оценка численности и распределения нагульной и нерестовой частей популяций калуги и амурского осетра на исследуемых участках среднего и нижнего Амура; оценка эффективности искусственного воспроизводства калуги и амурского осетра на основе определения (по морфологии и генетике) доли молодежи, имеющей заводское происхождение.

Корюшки и круглоротые. Проходные корюшки в Амуре и его лимане представлены двумя видами — азиатской зубастой корюшкой и обыкновенной малоротой корюшкой. Оба вида являются востребованными объектами промысла. Промысел ведется в период нерестовой миграции, малоротая корюшка, кроме того, добывается и осенью. С начала 2000-х гг. запасы корюшек росли, с 2017 г. отмечается тенденция к снижению численности азиатской корюшки (рис. 12). В 2009–2019 гг. уловы азиатской зубастой корюшки изменялись от 0,9 до 3,6 тыс. т (в среднем 2,4), обыкновенной малоротой корюшки — от 0,5 до 2,8 тыс. т (1,3 тыс. т).

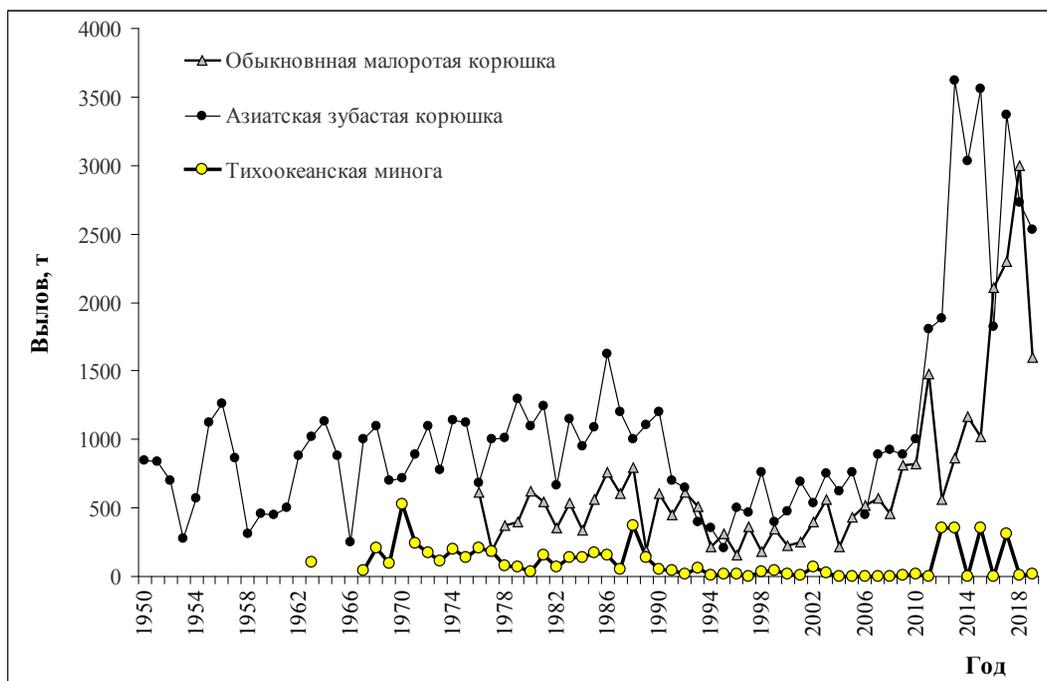


Рис. 12. Динамика вылова проходных корюшек и миноги в бассейне р. Амур в 1950–2019 гг.

Fig. 12. Dynamics of annual catch of anadromous smelts and lamprey in the Amur basin, 1950–2019

Динамика уловов корюшек в значительной степени определяется колебаниями численности нерестовых стад. Изучение нерестовых группировок проходных корюшек бассейна Амура необходимо для выявления закономерностей динамики численности группировок, причин, обуславливающих колебания численности и биологических показателей, с помощью которых можно выстраивать более точные прогнозы.

В настоящее время прогноз численности корюшек основан на анализе соотношения численности родителей и потомков, позволяющем рассчитать среднюю многолетнюю кратность воспроизводства с учетом коэффициента естественной смертности рыб [Зыков, 2006]. В качестве метода, позволяющего определить оправданность прогнозов, применяется мечение производителей корюшек в период нерестовой миграции [Шмигирилов, Вилкина, 2019]. Данный метод дает возможность учесть фактическую численность нерестовой группировки, зашедшей в Амур. Для обоснования объемов прогнозируемого вылова проходных корюшек в бассейне р. Амур, а также при разработке управленческих решений о возможностях эксплуатации запаса в ходе путины необходимы исследования, проливающие свет на ряд особенностей биологии и экологии данных видов (рис. 13), для чего необходимы:

- оценка биологического состояния нерестовых группировок проходных корюшек бассейна Амура в период нерестовой миграции (биологический анализ производителей, сбор информации по динамике уловов);
- оценка численности нерестовой части популяции по результатам мечения;
- оценка биологического состояния нагульной части группировок проходных корюшек бассейна реки путем проведения съемок в Амурском лимане и Сахалинском заливе (поиск мест нагула азиатской и малоротой корюшек, сбор материала, включающего особей всех возрастных групп);
- оценка условий нереста непосредственно на нерестилищах (картирование нерестилищ, оценка расположения нерестилищ в реке относительно типичных элементов рельефа русла, измерение скорости течения, глубин, определение состава

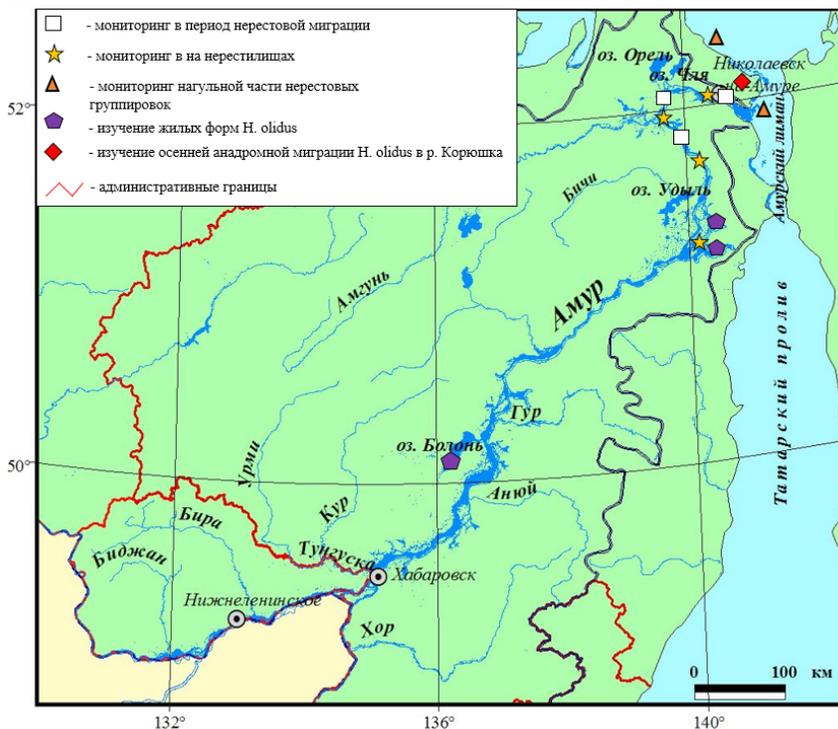


Рис. 13. Обзорная карта-схема мониторинговых работ по проходным корюшкам Амура
Fig. 13. Scheme of monitoring on smelts in the Amur basin

грунта, площади нерестилищ, динамики подходов производителей к нерестилищам, учет производителей на нерестилищах (зависимость заполнения верхних нерестилищ от численности группировки));

— морфологическая дифференциация азиатской зубастой корюшки из разных водных объектов Хабаровского края;

— описание биологических и экологических параметров жилых форм обыкновенной малоротой корюшки из озер Болонь, Кади, Кизи, а также из Зейского водохранилища;

— проведение генетических исследований проходных корюшек бассейна Амура;

— паразитологические исследования проходных корюшек бассейна р. Амур.

Из проходных объектов промысла недоиспользуется минога: ее промысел возможен лишь в период ледостава, он сопряжен со сложностями организации лова, к тому же потребительский спрос на этот вид низкий. Промысел тихоокеанской миноги сосредоточен на участке Амура, расположенном в 750–950 км от устья. В конце 80-х гг. прошлого века ежегодный вылов миноги превышал 100 т, но с 1990 г. он существенно уменьшился, что связано с сокращением потребительского спроса (см. рис. 12). В 2005 г. промысел в Амуре был запрещен в связи с аварией на химическом заводе в КНР. Позже, несмотря на хорошее состояние запаса, миногу отлавливали в незначительных количествах только в режиме НИР. В 2012 г. промысел миноги возобновлен, однако ее запасы осваиваются не каждый год в связи со сложностью организации промысла.

Тихоокеанская минога — слабоизученный вид, поэтому необходимо изучение основных черт ее биологии и экологии: оценка биологических параметров популяции в период нерестовой миграции; оценка численности популяции по результатам мечения; оценка численности и биологических параметров личинок в период ската параллельно с учетом покатной молоди тихоокеанских лососей.

Пресноводные виды рыб. В 1940–1960-е гг. уловы пресноводных рыб в Амуре достигали 16,5 тыс. т (рис. 14). Максимальный вылов зарегистрирован в 1941 г., после чего отмечено резкое сокращение уловов и запасов пресноводных рыб. Таким образом, запасы пресноводных рыб Амура в начале промысла не могли обеспечить устойчивый улов в 14–16 тыс. т в год. В дальнейшем запасы пресноводных рыб были еще раз подорваны в начале 1960-х гг. после введения в арсенал промысловиков высокоуловистых трехстенных сетей из капронового сетеволкна. В эти годы запасы пресноводных рыб

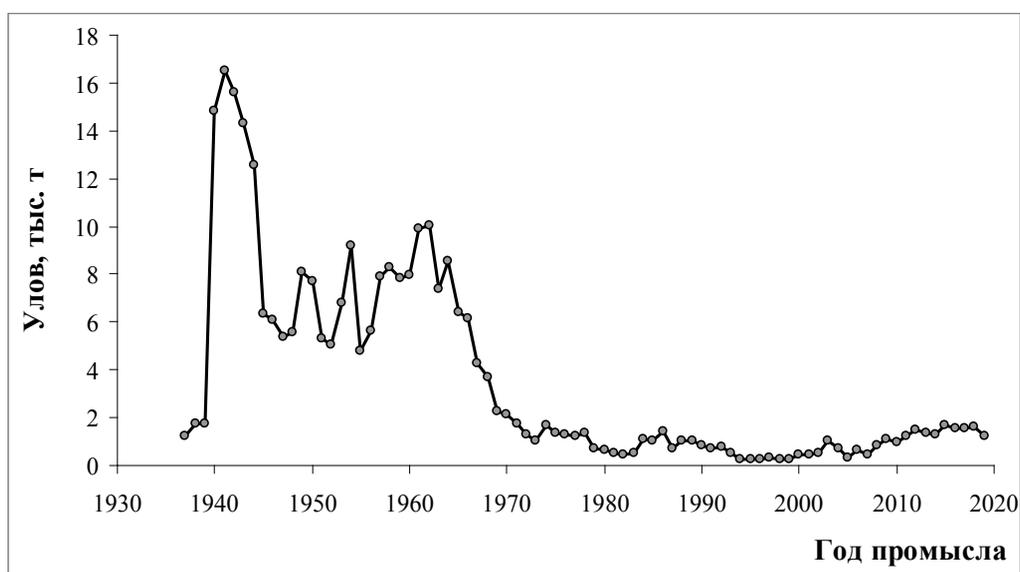


Рис. 14. Многолетняя динамика уловов жилых пресноводных рыб Амура
 Fig. 14. Long-term dynamics of annual catch of freshwater fish in the Amur River

не могли обеспечить советским рыбакам устойчивый улов и в 10 тыс. т. Одной из причин этого стал значительный рост нерегулируемого китайского промысла в бассейне среднего Амура и на р. Уссури. Основу уловов КНР формировали ценные рыбы-пелагофилы, основные нерестилища которых находятся в пограничных водах.

К середине 1990-х гг. промышленный лов пресноводных рыб в Амуре практически прекратился. Постоянное сокращение запасов было вызвано многочисленными нарушениями при промысле, в том числе регулярным превышением величины рекомендуемых уловов рыболовецкими колхозами (перевыполнение плана) и высокой долей прилова молоди.

Уровень численности пресноводных промысловых рыб соответствует водности Амура. Между водностью Амура и численностью частичковых рыб существует прямая связь. Условия размножения, выживание молоди рыб на ранних этапах эмбриогенеза, а также дальнейший рост рыб зависят от площади затопления поймы р. Амур (мест размножения и нагула рыб-фитофилов и нагула рыб-пелагофилов) [Вронский, 1965; Крыхтин, 1975; Семенченко, 2007, 2008]. Поэтому еще одной и достаточно существенной причиной снижения запасов пресноводных рыб р. Амур является введение в строй электростанций на р. Сунгари, а также Зейской и Бурейской ГЭС. Это привело к снижению уровня воды в летние месяцы в Амуре (рис. 15) и тем самым к уменьшению площадей мест нереста и нагула пресноводных рыб. С середины 1970-х гг. годовой вылов не превышал 2 тыс. т. После сокращения запасов в начале-середине 2000-х гг. (в оз. Ханка даже вводился запрет на промысел) в последние годы отмечается рост запасов амурских жилых видов рыб (рис. 16), что связано с улучшением условий

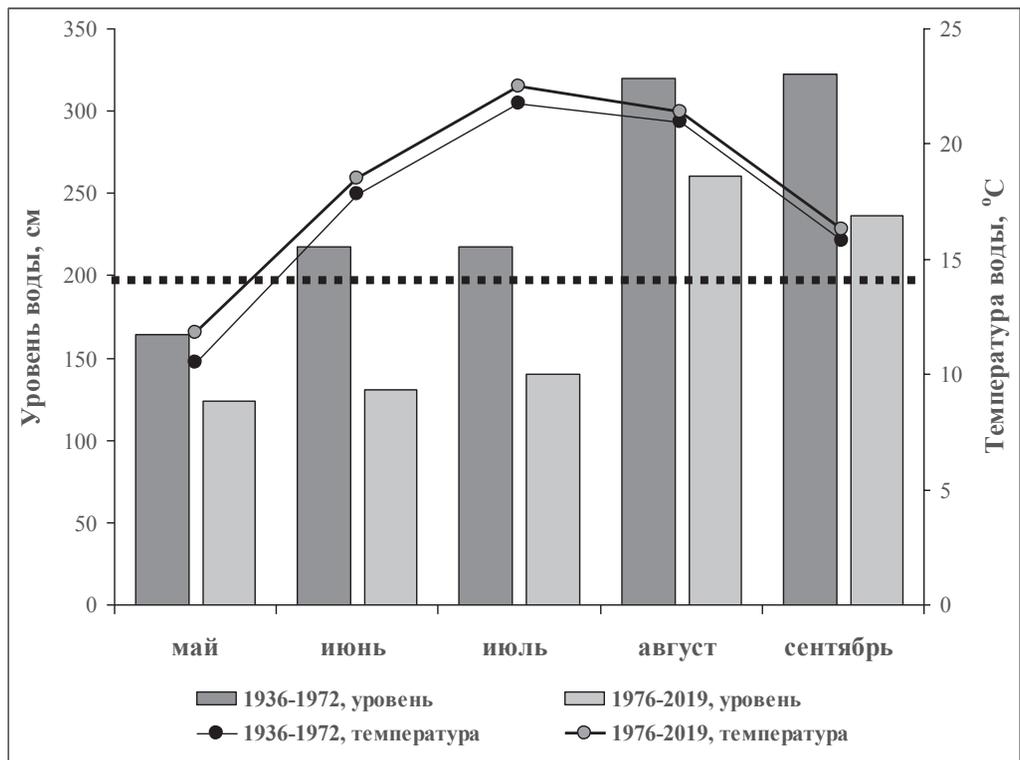


Рис. 15. Средние значения уровня (см) и температуры воды (°C) в районе г. Хабаровска с мая по сентябрь в периоды с 1936 по 1972 г. и с 1976 по 2019 г. (по данным ФГБУ «Дальневосточное УГМС»). Пунктиром обозначен уровень, при котором вода начинает заполнять пойму

Fig. 15. Mean values of water level (cm) and temperature (°C) in the Amur River at Khabarovsk for May-September of 1936–1972 and 1976–2019 (by the data of Far-Eastern hydrometeorological service). The level of water overflow to floodplain is marked by dotted line

воспроизводства в относительно многоводные годы (см. рис. 1, 15), соответственно, увеличивается объем допустимого улова и рекомендованного вылова (рис. 17).

В Амуре обитает около 130 видов рыб, причем их число постоянно растет за счет преднамеренных и случайных интродукций. В связи с высоким видовым богатством

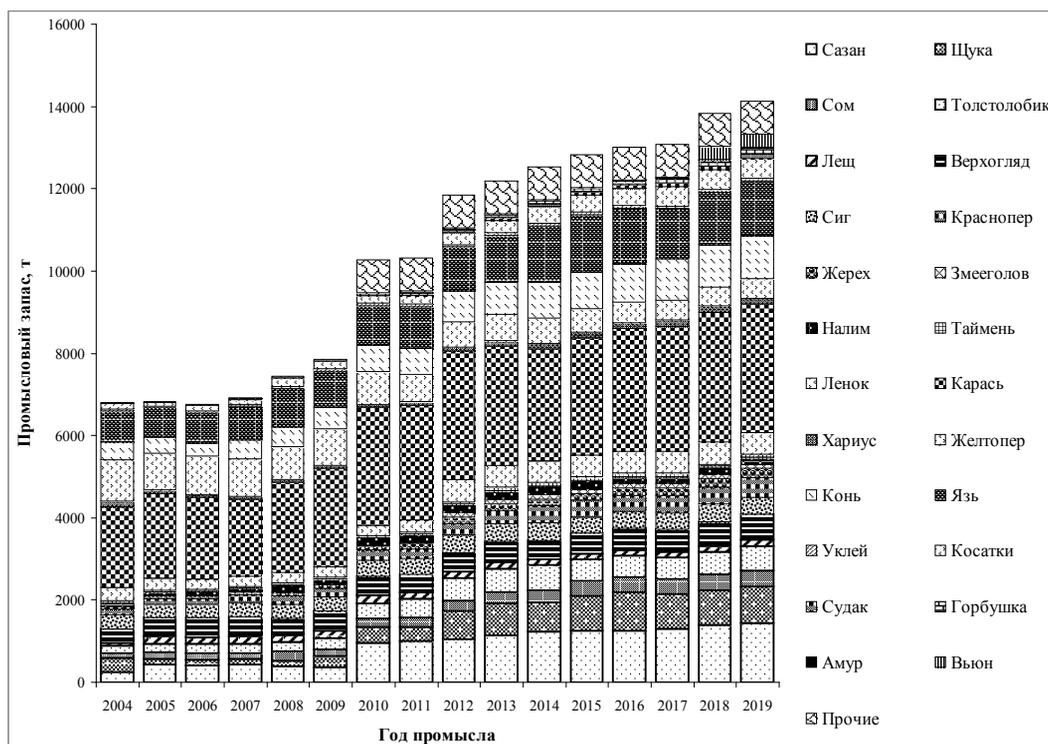


Рис. 16. Динамика промыслового запаса живых пресноводных рыб р. Амур в 2004–2020 гг.
Fig. 16. Dynamics of commercial stocks of freshwater fish in the Amur River, 2004–2020

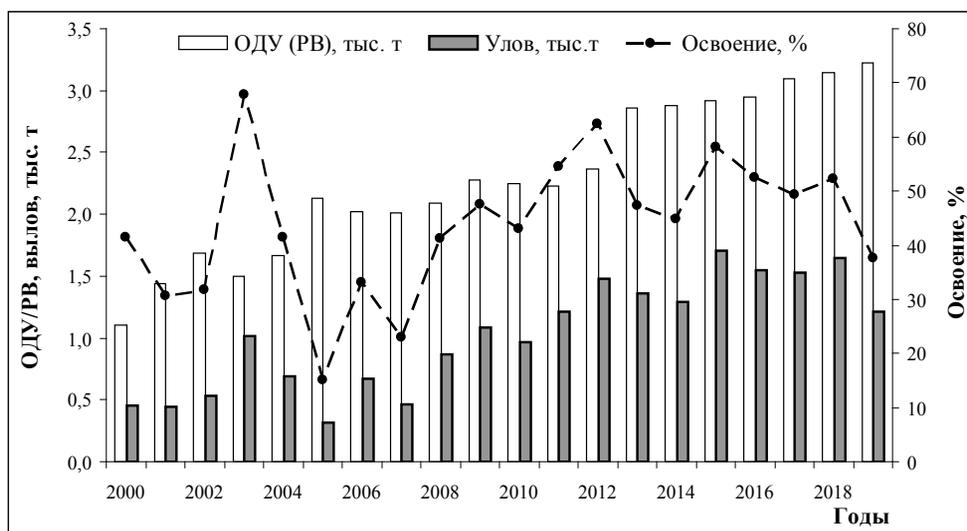


Рис. 17. Динамика ОДУ (РВ), вылова (тыс. т) и освоения (%) живых пресноводных видов рыб в бассейне р. Амур в 2000–2019 гг.

Fig. 17. Dynamics of total allowed catch (recommended catch), real annual catch (10^3 t) and percentage of quota using (%) for freshwater fish species in the Amur basin, 2000–2019

ихтиофауны число промысловых объектов здесь выше, чем в других водоемах России. В настоящее время объектами промысла являются 28 видов жилых пресноводных рыб. По имеющимся оценкам, промысловый запас пресноводных видов рыб в бассейне Амура в последние пять лет составлял 12,8–14,1 тыс. т (в среднем 13,4 тыс. т) (см. рис. 16), из которых на долю карася приходится 22,7%, на долю так называемого «крупного частика» (> 25 см) — 43,7, на долю «мелкого частика» (< 25 см) — 33,6 %.

В период с 2000 по 2019 г. запасы промысловых жилых пресноводных видов рыб в Амуре увеличились в 2,1 раза, их ОДУ увеличился в 2,9 раза (см. рис. 17). В последние годы интерес рыбной промышленности к добыче пресноводных видов рыб увеличивается: если в прошлом десятилетии объемы ОДУ осваивались в среднем на 37,9 %, то в текущем — на 51,0 % (рис. 17). Основными причинами неполного освоения ОДУ служат перераспределение промысловой нагрузки в летне-осенний период с пресноводных рыб на тихоокеанских лососей в период их миграции, а также то, что не все виды пресноводных промысловых рыб востребованы промыслом. Это такие рыбы, как желтопер крупночешуйный, уклей, косатки. Частично осваивается ОДУ и туводных лососей, в связи с тем что спортивно-любительское рыболовство развито слабо. На тех же реках, где есть РПУ, квоты этих видов используются на 85 % и более.

Колесания уровня воды в бассейне Амура определяют изменение соотношения промысловых видов в составе ихтиоцены. В маловодные 2002–2008 гг. (см. рис. 1) отмечалось сокращение запасов таких видов рыб, как карась, сазан, щука, сом амурский, которые откладывают икру на растительность, заливаемую в период больших паводков. Ожидалось, что в многоводный период, который начался с 2009–2010 гг., численность пресноводных рыб и их запасы вырастут. Однако в связи с чередованием лет с высокими и низкими уровнями воды в Амуре в период нереста и нагула пресноводных рыб их численность увеличивается довольно медленно. За последние годы вода р. Амур выходила на пойму только в 2010, 2013 и 2016 гг. (рис. 1). За счет нереста рыб в эти годы к 2021 г. ожидается небольшое увеличение ОДУ жилых пресноводных рыб Амура.

Видовой состав уловов жилых пресноводных видов рыб зависит от района промысла, что отражается в структуре уловов хозяйствующих субъектов. Так, в Амурской области в уловах доминируют желтопер, щука и язь; в Еврейской автономной области — карась и сазан; в Хабаровском крае — карась; в Приморском крае — карась, сазан, щука, толстолобики и верхогляд (рис. 18). Основная доля пресноводных сырьевых ресурсов

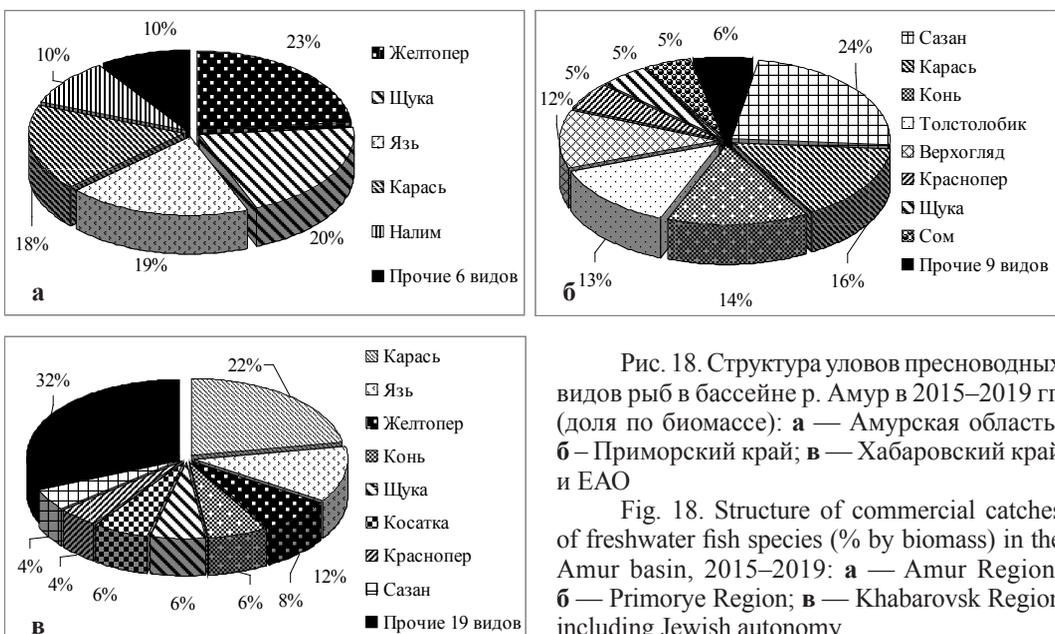


Рис. 18. Структура уловов пресноводных видов рыб в бассейне р. Амур в 2015–2019 гг. (доля по биомассе): а — Амурская область; б — Приморский край; в — Хабаровский край и ЕАО

Fig. 18. Structure of commercial catches of freshwater fish species (% by biomass) in the Amur basin, 2015–2019: а — Amur Region; б — Primorye Region; в — Khabarovsk Region including Jewish autonomy

сосредоточена на нижнем Амуре [Семенченко, 2017], меньшее значение в общем объеме промысла имеют верхний и средний Амур. Отдельно следует выделить оз. Ханка, которое в силу значительной площади имеет существенное рыбохозяйственное значение.

Следует отметить, что ихтиологическими исследованиями охватывается далеко не весь бассейн Амура, поэтому приведенные выше (см. рис. 16) оценки запаса пресноводных видов рыб являются минимальными из возможных. Организация полномасштабных комплексных исследований позволит провести инвентаризацию биологических ресурсов всех основных водных объектов Амура и его придаточной системы, существенно уточнить и увеличить оценку как промыслового запаса, так и ОДУ пресноводных видов рыб. В качестве резерва рыбной промышленности рассматривается и ряд интродуцированных видов (судак, китайская лапша-рыба), в последние годы достигших высокой численности на некоторых участках Амура, а также ряд мелких видов рыб, пользующихся спросом в КНР (гольяны *Phoxinus* spp., горчачи *Acanthorhodeus* spp. и *Rhodeus* spp., ротан *P. glenii* и пр.).

В результате расширенных мониторинговых исследований (рис. 19) необходимо решить следующие задачи: выполнить бонитировку ресурсов пресноводных рыб в бассейне р. Амур; исследовать биологию перспективных для промысла видов-селенцев, выявить биотические, абиотические и антропогенные факторы, влияющие на формирование запасов пресноводных промысловых рыб; охарактеризовать особенности как промышленного лова, так и лова рыбы для обеспечения традиционного образа жизни коренных малочисленных народов; разработать рекомендации по организации промысла и рациональной эксплуатации запасов жилых пресноводных рыб Амура; обосновать меры международного регулирования рыболовства на р. Амур.

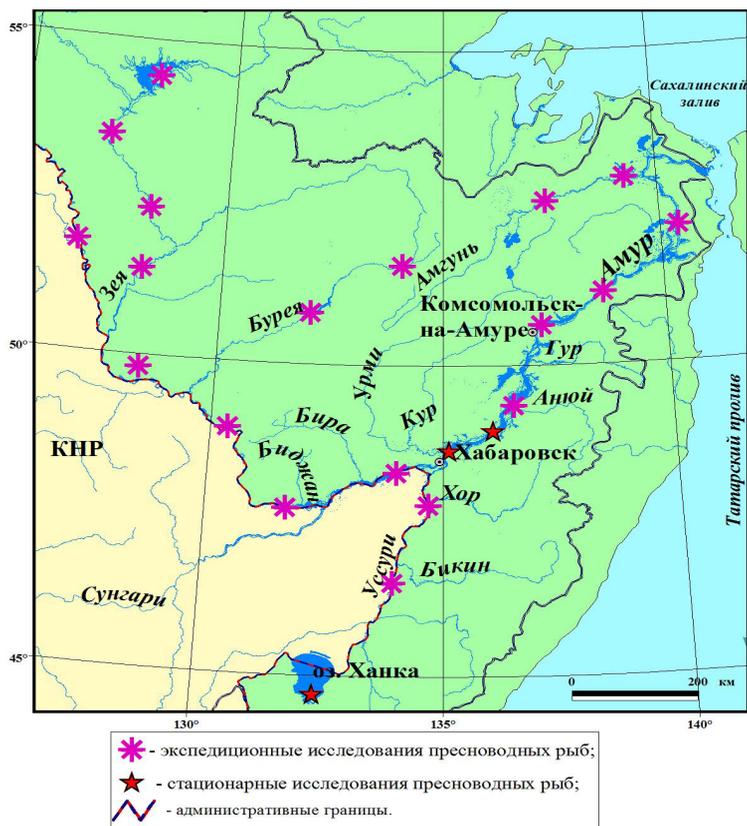


Рис. 19. Обзорная карта-схема мониторинговых работ по пресноводным рыбам в бассейне Амура

Fig. 19. Scheme of monitoring on freshwater fish species in the Amur basin

Комплексные экспедиции по изучению водных биологических ресурсов бассейна р. Амур

Кроме мониторинговых исследований, в бассейне Амура необходима организация нескольких комплексных съемок в форме экспедиций (рис. 20) для инвентаризации состава и оценки обилия макрокомпонентов экосистемы (фито-, зоо- и ихтиопланктон, растительность, бентос, дрейфт, рыбы), изучения их трофических связей и выявления особенностей распределения гидробионтов в зависимости от факторов среды. Важной в методическом плане частью работ должно стать внедрение экспресс-методик обработки проб (планктона, бентоса, nekтона, материалов по трофике).

Работы на стационарах (полигонах), охватывающих ряд типичных биотопов (русло, протока, озеро), позволят получить количественные данные по пространственной и временной (сезонной, межгодовой) изменчивости указанных выше компонентов биоты. Помимо этого, в стационарных условиях возможны выполнение углубленных исследований биологии промысловых объектов (рост, питание, репродуктивные циклы, внутривидовая дифференциация), отработка новых методических подходов и т.д.

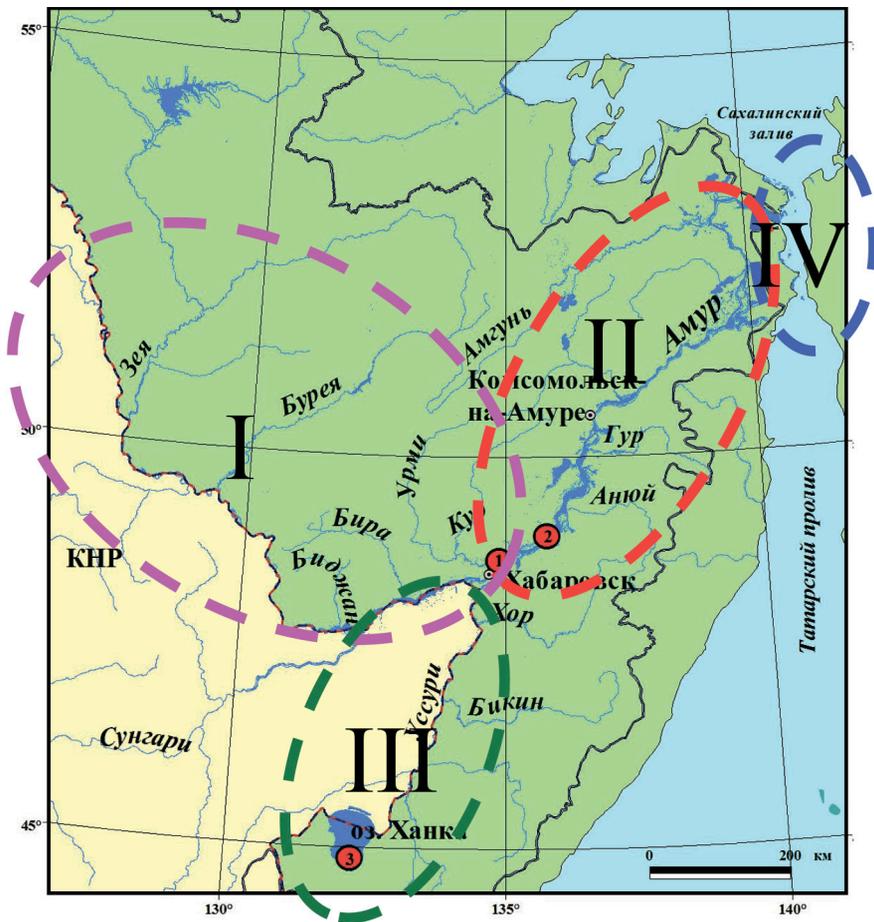


Рис. 20. Обзорная карта-схема районов работ экспедиций (пунктирные эллипсы) и расположения наблюдательных пунктов (круги) в бассейне р. Амур: I — Верхнеамурская; II — Нижнеамурская (русловая и придаточной системы); III — Уссури-Ханкайская; IV — Амурского лимана. Наблюдательные пункты: 1 — Хабаровск, 2 — Искра, 3 — Ханка

Fig. 20. Scheme of complex survey areas (dotted ellipses) and observation posts (circles) in the Amur basin. Survey areas: I — upper Amur; II — lower Amur (main river channel and tributaries); III — Ussuri River and Lake Khanka; IV — Amursky Liman. Observation posts: 1 — Khabarovsk, 2 — Iskra, 3 — Lake Khanka

Все это даст возможность оценить текущий статус сообществ гидробионтов, а также прогнозировать тенденции динамики их качественных и количественных характеристик.

Заключение

В настоящее время уровень запасов водных биологических ресурсов в бассейне р. Амур можно охарактеризовать как повышенный с тенденцией к снижению. В 2015–2019 гг. общий российский вылов здесь составлял 15,9–69,6 тыс. т (в среднем 39,1 тыс. т). Основу уловов формировали тихоокеанские лососи (31,9 тыс. т, 81,6 %), корюшки (5,5 тыс. т, 14,1 %) и жилые пресноводные рыбы (1,5 тыс. т, 3,9 %). Численность амурских лососей после пика 2016 г. снижается (особенно резко у летней кеты и горбуши), также постепенно сокращается в последние 3 года численность азиатской зубастой корюшки. Состояние запасов пресноводных рыб в целом стабильно, отмечается их небольшое увеличение.

В результате реализации программы комплексных рыбохозяйственных исследований «Рыбы реки Амур» в 2020–2024 гг. на основе интенсификации традиционного мониторинга численности и биологического состояния промысловых объектов, а также организации углубленных комплексных исследований водных биологических ресурсов в бассейне Амура предполагается: повысить качество данных по численности и биологическому состоянию основных объектов промысла (тихоокеанские лососи, корюшки, пресноводные виды рыб) как исходных данных для формирования прогноза вылова; получить количественные данные по обилию основных компонентов биоты (фито- и зоопланктон, макрозообентос, рыбы) и их изменчивости в зависимости от факторов среды; оценить состояние кормовой базы рыб, в том числе молоди лососей и осетровых искусственного воспроизводства.

В целом полученные результаты позволят усовершенствовать имеющиеся подходы к регулированию промысла, развитию рыболовства и в итоге к организации эффективного рыбохозяйственного комплекса в бассейне Амура.

Список литературы

Барабанщиков Е.И., Шаповалов М.Е. Распределение и динамика количественных показателей дальневосточных пресноводных креветок (сем. Palaemonidae) в оз. Ханка в летне-осенний период 2018 года // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2019. — Вып. 8. — С. 23–27. DOI: 10.25221/levanidov.08.03.

Богаевский В.Т. Амурский толстолобик // Рыб. хоз-во. — 1940. — № 3. — С. 29–30.

Богаевский В.Т. Некоторые данные по биологии амурского толстолобика // Изв. ТИНРО. — 1948. — Т. 27. — С. 221.

Богаевский В.Т. Результаты мечения частичковых рыб Амура // Рыб. хоз-во. — 1947. — № 5. — С. 25–30.

Богаевский В.Т. Состояние промысла частичковых рыб на Амуре // Рыб. пром-сть СССР. — 1945. — № 3. — С. 18–20.

Бражников В.К. Материалы по топографии и физической географии Николаевского рыбопромышленного района: отчет зав. рыб. промыслами при Приамур. упр. гос. имуществ (Рыбная промышленность Дальнего Востока). — СПб. : тип. В. Киршбаума, 1904. — 166 с.

Бражников В.К. Осенний промысел в низовьях р. Амура: отчет Приамурскому упр. гос. имуществами зав. рыб. промыслами (Рыбные промыслы Дальнего Востока). — СПб. : тип. В. Киршбаума, 1900. — Вып. 1. — 134 с.

Бульон В.В. Прогнозирование биологической продуктивности Бурейского водохранилища // Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла. — Хабаровск : ИВЭП ДВО РАН, 2007. — С. 223–251.

Бульон В.В., Сиротский С.Е. Прогноз биологической продуктивности проектируемого Нижне-Бурейского водохранилища // Регионы нового освоения: экологические проблемы, пути решения : мат-лы межрегион. науч.-практ. конф. : 2 кн. — Хабаровск : ИВЭП ДВО РАН, 2008. — С. 23–25.

Бульон В.В., Сиротский С.Е. Сравнительная характеристика биологической продуктивности водохранилищ рек Зеи и Буреи // Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Зейского гидроузла. — Хабаровск : ИВЭП ДВО РАН, 2010. — С. 321–336.

Бутова Е.В., Новомодный Г.В. Пресноводная лапша-рыба *Protosalanx hyalogranus* (Abbott, 1901) в р. Амур // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2014. — Вып. 6. — С. 124–133.

Вронский Б.Б. Влияние гидрологических и метеорологических условий на нерест некоторых фитофильных рыб Амура и выживаемость их икры и молоди // Вопр. ихтиол. — 1965. — Т. 5, вып. 1(34). — С. 111–126.

Дуленина П.А., Дуленин А.А. Обоснование вывода корбикулы японской (*Corbicula japonica* Prime, 1864) из Красной книги Хабаровского края // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 165. — С. 65–73.

Дуленина П.А., Дуленин А.А. Распределение и биологические показатели корбикулы японской (*Corbicula japonica*) в Амурском лимане // Состояние морских экосистем, находящихся под влиянием стока реки Амур / отв. ред. д.б.н. В.П. Челомин. — Владивосток : Дальнаука, 2009. — С. 193–201.

Засельский В.И. Развитие морских биологических исследований на Дальнем Востоке в 1923–1941 гг. : моногр. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1984. — 246 с.

Золотухин С.Ф. Внутривидовые группировки кеты *Oncorhynchus keta* (Salmonidae) реки Амур и их распределение по бассейну // Изв. ТИНРО. — 2019а. — Т. 197. — С. 21–34. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-197-21-34

Золотухин С.Ф. Обоснование выбора рек для мониторинга запасов кеты и горбуши р. Амур // Изв. ТИНРО. — 2019б. — Т. 199. — С. 19–34. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-199-19-34

Золотухин С.Ф., Канзепарова А.Н. Тихоокеанские лососи Амура : моногр. — Владивосток : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2019. — 110 с.

Зыков Л.А. Биоэкологические и рыбохозяйственные аспекты теории естественной смертности рыб : дис. ... д-ра биол. наук. — Астрахань : АГТУ, 2006. — 376 с.

Каневец Д.А. Некоторые данные по миноге // Соц. реконструк. рыб. хоз-ва Дальнего Востока. — 1931а. — № 8–10. — С. 78–79.

Каневец Д.А. О частичковом рыболовстве на Амуре // Соц. реконструк. рыб. хоз-ва Дальнего Востока. — 1931б. — № 8–10. — С. 80–81.

Каневец Д.А., Розов В.Е. Озеро Ханка как рыбохозяйственная единица // Рыб. хоз-во Дальнего Востока. — 1934. — № 1–2. — С. 71–79.

Колпаков Н.В. Эстуарные экосистемы северо-западной части Японского моря: структурно-функциональная организация и биоресурсы : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2018. — 428 с.

Колпаков Н.В., Коцюк Д.В. Кризисы рыболовства в бассейне реки Амур. Количественный анализ фонда рыболовства на Дальнем Востоке // Бюл. № 14 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-Центр, 2019. — С. 93–105.

Колпаков Н.В., Коцюк Д.В. Неоправдавшиеся прогнозы подходов горбуши к Амуре и в Приморье в 2018 г.: вероятные причины // Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-Центр, 2018. — С. 94–105.

Кондратьева Л.М. Экологический риск загрязнения водных экосистем : моногр. — Владивосток : Дальнаука, 2005. — 299 с.

Коцюк Д.В. Формирование ихтиофауны Зейского водохранилища: ретроспективный анализ и современное состояние : дис. ... канд. биол. наук. — Хабаровск, 2010. — 162 с.

Кошелев В.Н. Амурский осетр *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869 (распределение, биология, искусственное воспроизводство) : дис. ... канд. биол. наук. — Хабаровск, 2010. — 188 с.

Кошелев В.Н., Шмигирилов А.П., Рубан Г.И. Распределение, численность и размерная структура популяций калуги *Acipenser dauricus* и амурского осетра *A. schrenckii* в нижнем Амуре и Амурском лимане // Вопр. ихтиол. — 2016. — Т. 56, № 2. — С. 156–162. DOI: 10.7868/S0042875216020090.

Крыхтин М.Л. О периодических колебаниях численности жилых рыб Амура и их причинах // Вопр. ихтиол. — 1975. — Т. 15, вып. 5 (94). — С. 919–922.

Крюков Н.А. Некоторые данные о положении рыболовства в Приамурском крае : Зап. приамур. отд. импер. русск. геогр. о-ва. Отдельный оттиск. — СПб., 1894. — 87 с.

Леванидов В.Я. Воспроизводство амурских лососей и кормовая база их молоди в притоках Амура : Изв. ТИНРО. — 1969. — Т. 67. — 242 с.

Леванидова И.М. Бентос притоков Амура (эколого-фаунистический очерк) // Изв. ТИНРО. — 1968. — Т. 64. — С. 182–289.

Никольский Г.В. Амурская ихтиологическая экспедиция 1945–1949 гг. // Тр. Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. — М. : МОИП, 1950. — Т. 1. — С. 5–18.

Никольский Г.В. Рыбы бассейна Амура : моногр. — М. : АН СССР, 1956. — 551 с.

Новомодный Г.В., Беляев В.А. Краткий обзор сведений об интродуцированных видах рыб в бассейне Амура // Методические и прикладные аспекты рыбохозяйственных исследований на Дальнем Востоке : сб. науч. тр. — Хабаровск : Хабаровск. кн. изд-во, 2003. — С. 3–26.

Островский В.И., Коцюк Д.В., Колпаков Н.В. Итоги лососевой путины в Хабаровском крае в 2018 г. // Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИПРО-центр, 2018. — С. 88–93.

Правдин И.Ф. Обзор исследований дальневосточных лососевых : Изв. ТИПРО. — 1940. — Т. 18. — 108 с.

Пробатов А.Н. К вопросу о промысле частичковых рыб на Амуре // Рыб. хоз-во Дальнего Востока. — 1930а. — № 5–6. — С. 52–55.

Пробатов А.Н. К характеристике заездкового лова частичковых рыб на Амуре // Рыб. хоз-во Дальнего Востока. — 1930б. — № 9–11. — С. 58–61.

Пробатов А.Н. Некоторые замечания о размножении косаток // Рыб. хоз-во Дальнего Востока. — 1930в. — № 9–11. — С. 67.

Пробатов А.Н. Материалы по изучению осетровых рыб Амура // Ученые зап. Пермского гос. ун-та. — 1935. — Т. 1, вып. 1. — С. 33–74.

Пробатов А.Н. Рыбы и рыболовство Амура. — Владивосток : ОгизДалькрайотделение, 1931. — 42 с.

Розов В.Е. Список видов ханкайской ихтиофауны // Рыб. хоз-во Дальнего Востока. — 1934. — № 1–2. — С. 79–84.

Рослый Ю.С. Динамика популяций и воспроизводство тихоокеанских лососей в бассейне Амура : моногр. — Хабаровск : Хабаровск. кн. изд-во, 2002. — 210 с.

Свиридов В.В., Золотухин С.Ф. Методы ГИС для инвентаризации нерестилищ тихоокеанских лососей р. Амур // Науч. выпуск. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-730-746.

Свирский В.Г. Амурский осетр и калуга (систематика, биология, перспективы воспроизводства) : дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток, 1967. — 399 с.

Свирский В.Г., Барабанщиков Е.И. Биологические инвазии как элемент антропогенного давления на сообщество гидробионтов озера Ханка // Рос. журн. биол. инвазий. — 2009. — № 2. — С. 29–35.

Семенченко Н.Н. Гидрологический режим р. Амур и численность промысловых пресноводных рыб // Современное состояние водных биоресурсов : мат-лы науч. конф., посвящ. 70-летию С.М. Коновалова. — Владивосток : ТИПРО-центр, 2008. — С. 246–250.

Семенченко Н.Н. Распределение биомассы промысловых пресноводных рыб р. Амур по отдельным районам промысла // Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление : сб. мат-лов Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посв. 85-летию КамчатНИРО. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2017. — С. 96–100.

Семенченко Н.Н. Состояние запаса жилых промысловых рыб реки Амур // Экология и безопасность водных ресурсов : мат-лы регион. науч.-практ. конф. — Хабаровск : ДВГУПС, 2007. — С. 151–160.

Семенченко Н.Н., Подорожник Е.В. Обыкновенный судак *Sander lucioperca* (L.) р. Амур: результаты акклиматизации // Чтения памяти В.Я. Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2014. — Вып. 6. — С. 611–618.

Сиротский С.Е., Богатов В.В. Методические рекомендации по оценке ущерба рыбному хозяйству на основе данных о первичной продукции в водотоках и водоемах // Геохимические и биогеохимические процессы в экосистемах Дальнего Востока. — Владивосток : Дальнаука, 1999. — С. 129–153.

Солдатов В.К. Исследования биологии лососевых р. Амура : Рыбные промыслы Дальнего Востока. — СПб., 1912. — Вып. 7, ч. 1. — 224 с.

Солдатов В.К. Обзор исследований, произведенных на Амуре в 1909–1913 гг.; Исследование осетровых Амура : Материалы к познанию русского рыболовства. — Петроград : тип. В.Ф. Киршбаума (отд-ние), 1915. — Т. 3, вып. 12. — 415 с.

Таранец А.Я. К вопросу об ихтиофауне верхнего Амура и районов соприкосновения бассейнов Ингоды, Селенги и Витима // Вестн. ДВФ АН СССР. — 1937а. — № 27. — С. 107–124.

- Таранец А.Я.** Краткий очерк ихтиофауны бассейна среднего Амура // Изв. ТИНРО. — 1937б. — Т. 12. — С. 51–69.
- Таранец А.Я.** О новом роде пескаря из бассейна Амура // Вестн. ДВФ АН СССР. — 1937в. — № 23. — С. 113–115.
- Таранец А.Я.** О рыбах и рыболовстве в Норо-Селемджинском районе (бассейн р. Зеи) // Изв. ТИНРО. — 1937г. — Т. 12. — С. 71–77.
- Чухлебова Л.М.** Экологические исследования бассейна реки Амур. Оценка качества воды и безопасность рыбы. — LAP LAMBERT, Academic Publishing, 2012. — 92 с.
- Чухлебова Л.М., Бердников Н.В., Панасенко Н.М.** Тяжелые металлы в воде, донных отложениях и мышцах рыб реки Амур // Гидробиол. журн. — 2011. — Т. 47, № 3. — С. 110–120.
- Шмигрилов А.П., Вилкина О.В.** Оценка численности и скорости миграции нерестовой части популяции азиатской корюшки *Osmerus dentex* в реке Амур в 2018 году // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса : мат-лы 7-й науч.-практ. конф. молод. учен. с междунар. участием. — М. : ВНИРО, 2019. — С. 80–84.
- Шмидт П.Ю.** Рыбы Охотского моря : моногр. — М.; Л. : АН СССР, 1950. — 370 с.
- Шунтов В.П.** Биология дальневосточных морей России : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2016. — Т. 2. — 604 с.
- Шунтов В.П.** Об упрощенных трактовках лимитирующих факторов и динамики численности некоторых промысловых рыб дальневосточных вод // Изв. ТИНРО. — 2017. — Т. 189. — С. 35–51.
- Шунтов В.П., Темных О.С.** Дальневосточная лососевая путина–2017 через призму политики и соответствия теории и практике // Бюл. № 12 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2017. — С. 3–14.
- Шунтов В.П., Темных О.С.** Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2011. — Т. 2. — 473 с.
- Bogutskaya N.G., Naseka A.M., Shedko S.V. et al.** The fishes of the Amur River: updated check-list and zoogeography // Ichthyol. Explor. Freshwaters. — 2008. — Vol. 19, № 4. — P. 301–366.
- Hochleithner M., Podushka S., Gessner J.** The Bibliography of Acipenseriformes : Create space Independent Publishing Platform. — 2012. — 512 p.

References

- Barabanshchikov, E.I. and Shapovalov, M.E.,** Distribution and dynamics of quantitative indicators of Far Eastern freshwater shrimp (family Palaemonidae) in Khanka Lake during the summer-autumn of 2018, in *Chteniya pamyati Vladimira Yakovlevicha Levanidova* (Readings Commemorating Vladimir Yakovlevich Levanidov), Vladivostok: Dal'nauka, 2019, vol. 8, pp. 23–27. doi 10.25221/levanidov.08.03
- Bogaevsky, V.T.,** Amur silver carp, *Rybn. Khoz.*, 1940, no. 3, pp. 29–30.
- Bogaevsky, V.T.,** Some data on the biology of the Amur silver carp, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1948, vol. 27, pp. 221.
- Bogaevsky, V.T.,** Results of tagging small fish of the Amur, *Rybn. Khoz.*, 1947, no. 5, pp. 25–30.
- Bogaevsky, V.T.,** The state of fishing for small fish on the Amur, *Rybn. Prom-st. SSSR*, 1945, no. 3, pp. 18–20.
- Brazhnikov, V.K.,** Materials on the topography and physical geography of the Nikolaev fishing industry region, in *Rybnaya promyshlennost' Dal'nego Vostoka* (Fishing industry of the Far East), St. Petersburg: tipografiya V. Kirshbauma, 1904.
- Brazhnikov, V.K.,** Autumn fishing in the lower reaches of the river, in *Rybnyye promysly Dal'nego Vostoka* (Far East Fisheries in Amur), St. Petersburg: tipografiya V. Kirshbauma, 1900, vol. 1.
- Bulon, V.V.,** Forecasting the biological productivity of the Bureysky reservoir, in *Gidroekologicheskiy monitoring zony vliyaniya Bureyskogo gidrouzla* (Hydroecological monitoring of the influence zone of the Bureya hydroelectric complex), Khabarovsk: Institut vodnykh i ekologicheskikh problem Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk, 2007, pp. 223–251.
- Bulon, V.V. and Sirotsky, S.E.,** Prediction of the biological productivity in projected Low-Bureya Reservoir, in *Regiony novogo osvoeniya: ekologicheskkiye problemy, puti resheniya* (Regions of new development: environmental problems, solutions: materials interregion. scientific-practical conf.), Khabarovsk: Institut vodnykh i ekologicheskikh problem Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk, 2008, pp. 23–25.
- Bulon, V.V. and Sirotsky, S.E.,** Comparative characteristics of the biological productivity of the reservoirs of the Zeya and Bureya rivers, in *Hydro-ecological monitoring in Zeya Hydro-Electric*

Power Station zone influences, Khabarovsk: Institut vodnykh i ekologicheskikh problem Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk, 2010, pp. 321–336.

Butova, E.V. and Novomodny, G.V., Freshwater fish noodles *Protosalanx hyalogranius* (Abbott, 1901) in the river Amur, *Chteniya pamyati Vladimira Yakovlevicha Levanidova* (Readings Commemorating Vladimir Yakovlevich Levanidov), Vladivostok: Dal'nauka, 2014, vol. 6, pp. 124–133.

Vronsky, B.B., Influence of hydrological and meteorological conditions on the spawning of some phytophilous fish of the Amur River and the survival of their eggs and juveniles, *Vopr. Ikhtiol.*, 1965, vol. 5, no. 1(34), pp. 111–126.

Dulenina, P.A. and Dulenin, A.A., The reasons for exclusion of the brackish water clam *Corbicula japonica* Prime, 1864 from the Red Book of Khabarovsk Region, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2011, vol. 165, pp. 65–73.

Dulenina, P.A. and Dulenin, A.A., Distribution and biological parameters of Japanese corbicula (*Corbicula japonica*) in the Amur estuary, in *Sostoyaniye morskikh ekosistem, nakhodyashchikhsya pod vliyaniyem stoka reki Amur* (State of marine ecosystems influenced by the Amur river runoff), Chelomin, V.P., ed., Vladivostok: Dal'nauka, 2009, pp. 193–201.

Zaselsky, V.I., *Razvitiye morskikh biologicheskikh issledovaniy na Dal'nem Vostoke v 1923–1941 gg.* (Development of marine biological research in the Far East in 1923–1941), Vladivostok: Dal'nevost. Nauchn. Tsentr, Akad. Nauk. SSSR, 1984.

Zolotukhin, S.F., Intra-species groupings of chum salmon *Oncorhynchus keta* (Salmonidae) of the Amur River and their distribution within the basin, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2019, vol. 197, pp. 21–34, doi 10.26428/1606-9919-2019-197-21-34

Zolotukhin, S.F., Basis for selection of rivers for monitoring on the stocks of chum and pink salmon in the Amur River, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2019, vol. 199, pp. 19–34, doi 10.26428/1606-9919-2019-199-19-34

Zolotukhin, S.F. and Kanzevarova, A.N., *Tikhookeanskiye lososi Amura* (Pacific Amur salmon), Vladivostok: WWF, 2019.

Zykov, L.A., Bioecological and fishery aspects of the theory of natural mortality of fish, *Extended Abstract of Doctoral (Biol.) Dissertation*, Astrakhan: Astrakh. Gos. Tekh. Univ., 2006.

Kanevets, D.A., Some data on lamprey, *Sots. rekonstruk. ryb. khoz-va Dal'negu Vostoka*, 1931, no. 8–10, pp. 78–79.

Kanevets, D.A., About partial fishing on the Amur, *Sots. rekonstruk. ryb. khoz-va Dal'negu Vostoka*, 1931, no. 8–10, pp. 80–81.

Kanevets, D.A. and Rozov, V.E., Lake Khanka as a fishery unit, *Ryb. khoz-vo Dal'negu Vostoka*, 1934, no. 1–2, pp. 71–79.

Kolpakov, N.V., *Estuarnye ekosistemy severo-zapadnoi chasti Yaponskogo morya: strukturno-funktional'naya organizatsiya i bioresursy* (Estuarine Ecosystems of the Northwestern Sea of Japan: Structural and Functional Organization and Bioresources), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2018.

Kolpakov, N.V. and Kotsyuk, D.V., Fisheries crises in the Amur river basin. Quantitative analysis of the fund of fishing grounds, in *Byulleten' no. 14 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bulletin No. 14 for the Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2019, pp. 93–105.

Kolpakov, N.V. and Kotsyuk, D.V., Unrealistic forecasts of pink salmon approaches to the Amur and Primorye in 2018: probable reasons, in *Byulleten' no. 13 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bulletin No. 13 for the Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2018, pp. 94–105.

Kondratyeva, L.M., *Ekologicheskiy risk zagryazneniya vodnykh ekosistem* (Environmental risk of pollution of aquatic ecosystems), Vladivostok: Dal'nauka, 2005.

Kotsyuk, D.V., Formation of the fish fauna of the Zeya reservoir: a retrospective analysis and the current state, *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Khabarovsk, 2010.

Koshelev, V.N., Amur sturgeon *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869 (distribution, biology, artificial reproduction), *Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Khabarovsk, 2010.

Koshelev, V.N., Shmigirilov, A.P., and Ruban, G.I., Distribution, abundance, and size structure of Amur kaluga *Acipenser dauricus* and Amur sturgeon *A. schrenckii* in the Lower Amur and Amur estuary, *Vopr. Ikhtiol.*, 2016, vol. 56, no. 2, pp. 235–241. doi: 10.7868/S0042875216020090

Krykhtin, M.L., On periodic fluctuations in the number of inhabited fish of the Amur River and their reasons, *Vopr. Ikhtiol.*, 1975, vol. 15, no. 5 (94), pp. 919–922.

Kryukov, N.A., *Nekotoryye dannyye o polozhenii rybolovstva v Priamurskom kraye* (Some data on the state of fishing in the Amur region: Zap. priamur. dep. imperial Russian. geogr. society). Separate impression, St. Petersburg, 1894.

Levanidov, V.Ya., The reproduction of Amur salmon and the forage supply of their juveniles in the tributaries of the Amur River, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1969, vol. 67.

Levanidova, I.M., Benthos of the Amur tributaries (ecological and faunistic sketch), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1968, vol. 64, pp. 182–289.

Nikolsky, G.V., Amur ichthyological expedition 1945–1949, Tr. Amurskoy ikhtiologicheskoy ekspeditsii 1945–1949 gg., Moscow: Mosk. O-vo Ispyt. Prir., 1950, vol. 1, pp. 1–18.

Nikolsky, G.V., Ryby bassejna Amura (Amur basin fish), Moscow: Akad. Nauk SSSR, 1956.

Novomodny, G.V. and Belyaev, V.A., A brief overview of information on introduced fish species in the Amur basin, in *Metodicheskiye i prikladnyye aspekty rybokhozaystvennykh issledovaniy na Dal'nem Vostoke* (Methodological and applied aspects of fisheries research in the Far East), Khabarovsk: Khabarovskoye Knizhnoye Izd., 2003.

Ostrovsky, V.I., Kotsyuk, D.V., and Kolpakov, N.V., The results of the salmon fishing season in the Khabarovsk Territory in 2018, in *Byulleten' no. 13 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bulletin No. 13 for the Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2018, pp. 88–93.

Pravdin, I.F., Review of Research on Far Eastern Salmonids, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1940, vol. 18.

Probatov, A.N., On the issue of fishing for small fish on the Amur, *Rybn. Khoz. Dal'nego Vostoka*, 1930, no. 5–6, pp. 52–55.

Probatov, A.N., To the characteristics of the catching fishing of small fish on the Amur, *Rybn. Khoz. Dal'nego Vostoka*, 1930, no. 9–11, pp. 58–61.

Probatov, A.N., Some notes about killer whale breeding, *Rybn. Khoz. Dal'nego Vostoka*, 1930, no. 9–11, pp. 67.

Probatov, A.N., Materials on the study of Amur sturgeon fishes, *Uchen. zap. Permskogo un-ta*, 1935, vol. 1, no. 1, pp. 33–72.

Probatov, A.N., *Ryby i rybolovstvo Amura* (Fish and fishing of Amur), Vladivostok: OgizDal'krayotdeleniye, 1931.

Rozov, V.E., List of species of the Khanka fish fauna, *Rybn. Khoz. Dal'nego Vostoka*, 1934, no. 1–2, pp. 79–84.

Roslyi, Yu.S., *Dinamika populyatsii i vosproizvodstvo tikhookeanskikh lososei v basseine Amura* (Dynamics of Populations and Reproduction of Pacific Salmon in the Amur River Basin), Khabarovsk: Khabarovskoye Knizhnoye Izd., 2002.

Sviridov V.V. and Zolotukhin S.F. GIS methods for inventory of pacific salmon spawning grounds in the Amur River, *present issue*. doi 10.26428/1606-9919-2020-200-730-746

Svirsky, V.G., Amur sturgeon and kaluga (taxonomy, biology, reproduction prospects), *Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Vladivostok, 1967.

Svirsky, V.G. and Barabanshchikov, E.I., Biological invasions as element of antropogenic pressure on community of hydrubionts of Khanka Lake, *Ros. zhurn. biol. invazyi*, 2009. no. 2, pp. 29–35.

Semenchenko, N.N., The hydrological regime of the Amur river and the number of commercial freshwater fish, in *Mater. nauchn. konf., posvyashch. 70-letiyu S.M. Konovalova "Sovremennoe sostoyanie vodnykh bioresursov"* (Proc. Sci. Conf. 70th anniversary of S.M. Konovalova "Current state of aquatic biological resources"), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2008, pp. 246–250.

Semenchenko, N.N., The distribution of the biomass of commercial fishery species in Amur River by the districts of fishing, in *Vodnye biologicheskie resursy Rossii: sostoyanie, monitoring, upravlenie* (Water biological resources of Russia: state, monitoring, management: Sat. materials Vseros. scientific conf. from the international part, dedicated The 85th anniversary of the Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography: scientific. electron. ed. networks. Spread), Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2017, pp. 96–100.

Semenchenko, N.N., *Sostoyaniye zapasa zhilykh promyslovykh ryb reki Amur* (The state of the stock of residential commercial fish of the Amur River // Ecology and safety of water resources: materials of the region. scientific-practical conf.), Khabarovsk: Dal'nevostochnyy gosudarstvennyy universitet putey soobshcheniya, 2007, pp. 151–160.

Semenchenko, N.N. and Podorozhnyuk, E.V., Common pike perch Sander lucioperca (L.) p. Amur: results of acclimatization, *Chteniya pamyati Vladimira Yakovlevicha Levanidova* (Readings Commemorating Vladimir Yakovlevich Levanidov), Vladivostok: Dal'nauka, 2014, vol. 6, pp. 611–618.

Sirotskiy, S.E. and Bogatov, V.V., Methodological recommendations for assessing damage to fisheries based on data on primary production in streams and reservoirs, in *Geokhimicheskiye i*

biogeokhimicheskiye protsessy v ekosistemakh Dal'nego Vostoka (Geochemical and biogeochemical processes in ecosystems of the Far East), Vladivostok: Dal'nauka, 1999, pp. 129–153.

Soldatov, V.K., Research into the biology of salmonids in the Amur River, *Rybnyye promysly Dal'nego Vostoka*, St. Petersburg, 1912, vol. 7, pt. 1.

Soldatov, V.K., A review of studies conducted on the Amur River in 1909-1913; The study of sturgeon Amur, in *Materialy k poznaniyu russkogo rybolovstva* (Materials for the knowledge of Russian fisheries), Petrograd: tip. V.F. Kirshbauma (otd-niye), 1915, vol. 3, issue 12.

Taranets, A.Ya., On ichthyofauna of Upper Amur Upper Reaches of Selenga and Vitim Rivers, *Bulletin of the Far Eastern Branch of the Academy of sciences of the USSR*, 1937, no. 27, pp. 107–124.

Taranets, A.Ya., A Short Note on the Ichthyofauna of Middle Amur, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1937, vol. 12, pp. 51–69.

Taranets, A.Ya., A Note on a New Genus of Gudgeons from the Amur Basin, *Bulletin of the Far Eastern Branch of the Academy of sciences of the USSR*, 1937, no. 23, pp. 113–115.

Taranets, A.Ya., On the Fishes and Fisheries of the Nora-Selimdjinsky District, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1937, vol. 12, pp. 71–77.

Chukhlebova, L.M., *Ekologicheskiye issledovaniya basseyna reki Amur. Otsenka kachestva vody i bezopasnost' ryby* (Environmental studies of the Amur river basin. Assessment of water quality and fish safety), LAP LAMBERT, Academic Publishing, 2012. — 92 c.

Chukhlebova, L.M., Berdnikov, N.V., and Panasenko, N.M., Heavy metals in water, bottom sediments and fish muscles of the Amur River, *Gidrobiol. Zh.*, 2011, vol. 47, no. 3, pp. 110–120.

Shmigirilov, A.P. and Vilkina, O.V., Estimation of the number and speed of migration of the spawning part of the population of the Asian smelt *Osmerus dentex* in the Amur River in 2018, in *Sovremennyye problemy i perspektivy razvitiya rybokhozyaystvennogo kompleksa* (Modern problems and prospects for the development of the fishery complex: materials of the 7th scientific-practical conf. young. learned. with int. participation), Moscow: : VNIRO 2019, pp. 80–84.

Schmidt, P.Yu., *Ryby Okhotskogo morya* (Fishes of the Sea of Okhotsk), Moscow: Akad. Nauk SSSR, 1950.

Shuntov, V.P., *Biologiya dal'nevostochnykh morei Rossii* (Biology of the Far Eastern Seas of Russia), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2016, vol. 2.

Shuntov, V.P., On simplified interpretations of limiting factors and dynamics of for abundance for some commercial fishes in the Far Eastern waters, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2017, vol. 189, pp. 35–51.

Shuntov, V.P. and Temnykh, O.S., Far Eastern Salmon Fishing Season-2017 through the prism of policy and compliance with theory and practice, in *Byulleten' no. 12 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bulletin No. 12 for the Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2017, pp. 3–14.

Shuntov, V.P. and Temnykh, O.S., *Tikhookeanskije lososi v morskikh i okeanicheskikh ekosistemakh* (Pacific Salmon in Marine and Ocean Ecosystems), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2011, vol. 2.

Bogutskaya, N.G., Naseka, A.M., Shedko, S.V., Vasil'eva, E.D., and Chereshnev, I.A., The fishes of the Amur River: updated check-list and zoogeography, *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 2008, vol. 19, no. 4, pp. 301–366.

Hochleithner, M., Podushka, S., and Gessner, J., *The Bibliography of Acipenseriformes, Create space Independent Publishing Platform*, 2012.

Поступила в редакцию 29.06.2020 г.

После доработки 30.07.2020 г.

Принята к публикации 20.08.2020 г.