



Фото: Митителло А. В.

Методические подходы к расчету рекомендованного вылова гаммарид *Gammarus lacustris* (G. O. Sars, 1864) во внутренних водоемах

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-6-54-62>

Научная статья
УДК 639.28:595.36

Френкель Светлана Эдуардовна – кандидат биологических наук, Старший научный сотрудник Отдела гидробиологии и оценки приемной ёмкости водоемов России, ГНЦ РФ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», Москва, Россия
E-mail: sfrenkel@vniro.ru

Митителло Арсений Владимирович – ведущий специалист Отдела гидробиологии и оценки приемной ёмкости водоемов России, ГНЦ РФ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», Москва, Россия
E-mail: av_mititello@vniro.ru

Куцанов Кирилл Владимирович – заведующий лабораторией промысловых беспозвоночных, Тюменский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр»), Тюмень, Россия
E-mail: opb@gosrc.ru

Герасимов Алексей Геннадиевич – главный специалист Лаборатории промысловых беспозвоночных, Тюменский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр»), Тюмень, Россия
E-mail: opb@gosrc.ru

Разова Любовь Фёдоровна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории промысловых беспозвоночных, Тюменский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр»), Тюмень, Россия
E-mail: opb@gosrc.ru

Адреса:

1. Государственный научный центр РФ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО») – Россия, 105187, г. Москва, Окружной проезд, д. 19

2. Тюменский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («Госрыбцентр») – Россия, 625023, г. Тюмень, Одесская ул., д. 33

Аннотация. В статье, на примере расчета рекомендованного вылова (РВ) гаммарид на 2021-2023 гг. во внутренних водоемах Тюменской области, сравниваются фактические величины промыслового запаса в год реализации прогноза и расчетные, выполненные двумя различными способами, используемыми в настоящее время. Исходя из современного порядка подачи прогноза в целом на регион, обсуждаются вопросы выбора площадей для оценки запаса гаммарид. Обсуждаются критерии выбора озер для проведения мониторинга состояния запасов гаммарид. Рассматриваются причины завышения/занижения прогноза, в случае использования метода пяти составляющих для расчета прогноза РВ гаммарид. При формировании прогнозов РВ предлагается использовать метод прямого расчета с усреднением биомассы гаммарид в модельных водоемах за три года до составления прогноза и проводить расчеты на среднюю за те же годы промысловую площадь.

Ключевые слова: гаммариды, биомасса, промысловый запас, рекомендованный вылов

Для цитирования: Френкель С.Э., Митителло А.В., Куцанов К.В., Герасимов А.Г., Разова Л.Ф. Методические подходы к расчету рекомендованного вылова гаммарид *Gammarus lacustris* (G. O. Sars, 1864) во внутренних водоемах // Рыбное хозяйство. 2024. № 6. С. 54-62. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-6-54-62>

METHODOLOGICAL APPROACHES TO CALCULATING THE RECOMMENDED CATCH OF GAMMARIDS *GAMMARUS LACUSTRIS* (G. O. SARS, 1864) IN INLAND WATERS

Svetlana E. Frenkel – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Department of Hydrobiology and assessment of the receiving capacity of reservoirs in Russia, State Scientific Research Center of the Russian Federation FSUE «Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography», Moscow, Russia

Arseniy V. Mititello – Leading Specialist of the Department of Hydrobiology and assessment of the receiving capacity of reservoirs in Russia, State Scientific Research Center of the Russian Federation FSUE «Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography», Moscow, Russia

Kirill V. Kutsanov – Head of the Laboratory of Commercial Invertebrates, Tyumen Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution VNIRO (Gosrybcenter), Tyumen, Russia

Alexey G. Gerasimov – Chief Specialist of the Laboratory of Commercial Invertebrates, Tyumen Branch of FSBI VNIRO (Gosrybcenter), Tyumen, Russia

Lyubov F. Razova – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Commercial Invertebrates, Tyumen Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution VNIRO (Gosrybcenter), Tyumen, Russia

Addresses:

1. The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) – Russia, 105187, Moscow, Okrzhny proezd, 19
2. Tyumen branch of the State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) («Gosrybtsestr») – Russia, 625023, Tyumen, Odesskaya str., 33

Annotation. The article uses the example of calculating the recommended catch (RV) of gammarids for 2021-2023 in the inland waters of the Tyumen region to compare the actual values of the fishing stock in the year of the forecast and the calculated ones performed by two different methods currently used. Based on the current procedure for submitting a forecast for the region as a whole, the issues of choosing the areas for assessing the gammarid stock are discussed. Criteria for selecting lakes for monitoring the state of gammarid stocks are discussed. The reasons for overestimation/underestimation of the forecast in the case of using the five-component method to calculate the forecast of RV gammarides are considered. When making RV forecasts, it is proposed to use the direct calculation method with averaging of gammarid biomass in model reservoirs three years before making the forecast and to calculate the average fishing area for the same years.

Keywords: gammarids, biomass, commercial stock, recommended catch

For citation: Frenkel S.E., Mititello A.V., Tsukanov K.V., Gerasimov A.G., Razova L.F. (2024). Methodological approaches to calculating the recommended catch of gammarid *Gammarus lacustris* (G. O. Sars, 1864) in inland waters // Fisheries. No. 6. Pp. 54-62. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-6-54-62>

Таблицы составлены автором / The tables are compiled by the author

Рисунок – авторский / The drawing was made by the author

Амфиподы *Gammarus lacustris* (G. O. Sars, 1864) в массе заселяют многочисленные мелководные, как правило, бессточные солоновато-водные озера Западной Сибири. Добыча их ведется в водоемах, расположенных за Уралом, по крайней мере, в течение последних 100 лет [1]. С 2003 г. вылов этих беспозвоночных регламентировался прогнозом рекомендованного объема вылова [2], основой для формирования которого служили методические указания, разработанные специалистами Госрыбцентра [3].

В настоящее время приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 6 октября 2017 г. № 501 гаммариды (виды рода *Gammarus*, *Pontogammarus*, *Amathillina*, *Cardiophilus*, *Melita*, *Dikeragammarus*) включены в перечень водных биологических ресурсов, в отношении которых осуществляется промышленное рыболовство во внутренних водах Российской Федерации [4]. В 2018-2023 гг. добыча гаммарид в водоемах Западной Сибири колебалась в широких пределах от 1388 до 3246 тонн.

Согласно постановлению правительства Российской Федерации от 25 августа 2008 г. № 643 [5], вылов гаммарид, как вида водных биологических ресурсов, регламентируется прогнозами рекомендованного вылова (РВ).

При формировании прогнозов РВ специалистами используются два подхода: метод прямого расчета промыслового запаса (он же – РВ) по методическим указаниям [3] и метод пяти составляющих, аналогичный, разработанному Л.И. Литвиненко с соавторами [6], для расчета РВ артемии (виды рода *Artemia*) на стадии цист.

Согласно методическим указаниям [3], рекомендованный вылов гаммарид (промысловый запас) вычисляется как доля (40-50%) от общей продукции популяции, рассчитанной на площадь водоема. При расчете продукции используется Р/В коэффициент 2. В рекомендациях указан порядок расчета рекомендованного вылова для одного исследованного водоема, тогда как фонд «гаммарусовых» озер (то есть, водоемов, где исследованиями прошлых лет выявлены большие запасы этого вида водных биологических ре-

сурсов, представляющие интерес для промысловиков) включает десятки и сотни водоемов в каждом регионе. По этой причине в настоящее время, при формировании прогнозов РВ гаммарид, выбор площадей для расчета прямым методом не регламентирован и основывается на опыте отдельных специалистов. Охватить исследованиями все потенциально промысловые водоемы невозможно, поэтому при расчете РВ экстраполируют данные по биомассе гаммарид, полученные в модельных водоемах, на весь фонд озер (либо на облавливаемые в последние 1-3-5 лет), допуская, что в силу однотипности – мелководность, температурный фон, зарастаемость макрофитами, минерализация, содержание кислорода в воде – продуктивность неисследованных озер не будет слишком отличаться от продуктивности исследованных.

Поскольку прогноз формируется с двухлетней заблаговременностью, тогда как продолжительность жизни гаммарусов составляет около одного года, и при этом популяции гаммарид характеризуются резкими межгодовыми колебаниями численности [7], наряду с прямым подсчетом промыслового запаса, ряд исследователей при подготовке прогноза РВ используют метод расчета по пяти составляющим [6]. Прогноз рассчитывается, как среднеарифметическое из:

- средней величины РВ за все годы исследований на данном водоеме (1);
- величины последнего прогноза рекомендованного вылова (2);
- среднеегодового промыслового запаса ВБР в водоеме (3);
- промыслового запаса в год, предшествующий составлению прогноза (4);
- величины вылова в год, предшествующий составлению прогноза (5).

Применение метода пяти составляющих для расчета прогноза РВ обосновывается сходной продолжительностью жизненного цикла гаммарид и артемии и призвано сгладить резкие межгодовые колебания запаса, вызванные факторами окружающей среды. Набор составляющих и временные рамки усредняемых данных также подвержены модификациям.

Целью работы является оценка применимости имеющихся методов расчета и предложения по их совершенствованию на примере расчета РВ гаммарид для водоемов Тюменской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Использованы данные по биомассе гаммарид в озерах Тюменской области (6 озер, ряд данных за 2017-2022 гг. и 3 озера – ряд данных за 2019-2022 гг.) и средней биомассы гаммарид в озерах в 2023 г., данные по величине прогноза РВ гаммарид в водоемах Тюменской области в 2014-2024 гг., а также – данные Нижнеобского территориального управления Росрыболовства по общему вылову в озерах области за 2014-2023 гг. и по поозерному вылову в 2018-2023 годах. Порядок сбора первичных данных для расчета биомассы описан в предыдущей работе [8].

Для оценки достоверности различий биомассы гаммарид использована программа PAST (v.3.14). В случае нормального распределения показателей использовали *t*-критерий Стьюдента, а в случае, когда выборки не прошли тест Колмогорова-Смирнова на нормальность распределения, – *U*-критерий Манна-Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Обоснование выбора площадей для расчета прогноза РВ

Прежде чем рассчитывать запас гаммарид в водоемах Тюменской области по методическим указаниям [3], надо определиться с размером промысловых площадей.

Во-первых, расчет можно производить на площадь всех потенциально промысловых «гаммарусовых» озер.

Второй вариант – на суммарную площадь озер, промысел в которых осуществлялся в год, предшествующий составлению прогноза.

Третий вариант – учитывать площадь озер, промысел в которых велся на протяжении нескольких последних лет. При этом выделяются разные подходы: расчет может производиться на суммарную площадь всех озер, хотя бы раз облавливаемых в эти годы, или на среднюю за последние годы.

В Тюменской области в период 2000-2022 гг. фонд «гаммарусовых» озер включал около 40-50 водоемов, суммарные площади которых, по подсчетам разных лет, варьировали от 6,5 до 10,8 тыс. га. В последние годы (2018-2023) вылов гаммарид проводился на площади 0,5-2,3 тыс. га.

Очевидно, что расчет на весь фонд промысловых озер не имеет смысла, поскольку про-

мыслом охвачено не более 50% фонда. Кроме того, изменения, неизбежно происходящие, как в состоянии биоты, так и в структуре хозяйственной деятельности, приводят к исключению из исследований и промысла одних озер и вовлечению других. В Тюменской области в 2018-2023 гг., при варьировании количества промысловых озер от 8 до 15, ежегодно вылов гаммарид осуществлялся только в двух озерах – Большое Бердюжье Бердюжского района и Кривое Сладковского района общей площадью 0,4 тыс. га.

Сравнение списков промысловых озер последних лет (2022-2023) с предшествующими показывает, что чем больше временной промежуток, тем меньше совпадение списка промысловых озер (табл. 1). Так, к 2022 г. гаммарид продолжали добывать в 80% озер, охваченных промыслом в 2021 г., и только в 30% озер, в которых добыча происходила в 2018 году.

В перечнях промысловых водоемов 2018 и 2023 годов совпадают лишь 4 озера, причем добыча гаммарид в двух из них прерывалась на 2 года. В 2023 г. произошло резкое обновление списка промысловых озер, так что промысел продолжался только в половине водоемов, облавливаемых в 2022 году. Вероятно, радикальная смена списка промысловых озер была вызвана подрывом запаса в водоемах, интенсивно эксплуатируемых на протяжении нескольких лет. Чрезмерная промысловая нагрузка в озерах Ишимской равнины (Тюменская область расположена на ее территории) уже ранее приводила к истощению запасов гаммарид, причем в некоторых случаях не происходило восстановление популяций даже в течение нескольких лет [9].

Таким образом, в условиях резкого варьирования облавливаемых площадей, на протяжении ряда смежных лет проблематично использование для расчета прогноза РВ промысловых площадей года, предшествующего году составления прогноза. Так, составление прогноза РВ гаммарид для водоемов Тюменской области в 2020 г. на 2021 г., по промысловой площади предшествующего 2019 г. (0,5 тыс. га), привело бы к занижению прогноза, поскольку в 2021 г. промысел осуществлялся на площади, втрое превышающей использованную при расчете (1,6 тыс. га).

Фактические площади, на которых производился промысел в год реализации прогноза, и варианты усреднения площадей для расчета прогноза РВ гаммарид приведены на рисунке 1. Суммарные площади водоемов, хотя бы раз задействованных в промысле в течение последних трех лет, используемые в настоящий

момент для расчета прогноза РВ гаммарид Тюменской области, выше фактических в трех случаях из четырех и выше любых усредненных. Использование их при расчете РВ приведет к завышению прогноза.

Сглаживание межгодовых колебаний происходит при усреднении любых из предложенных временных интервалов, однако из-за резких изменений промысловых площадей ни одно из них не приближается к реальным условиям года реализации прогноза. Положение усугубляется порядком составления прогноза за два года до его реализации, в силу чего, например, фактическая большая площадь облова в 2015 г. будет учтена при усреднении только начиная с прогноза на 2017 г., составляемого в 2016 году. При этом, благодаря существен-

но большим облавливаемым площадям в промысловые сезоны 2013-2016 гг., вылов 2017 г. приведет к перелову ресурса в ряде озер в случае 100% освоения РВ. И, наоборот, минимальные промысловые площади 2017-2019 гг. будут усреднены только при расчете площадей для прогноза на 2021-2023 гг., что, в силу существенного расширения суммарной площади промысла в этот период, будет означать недоосвоение ресурса.

Таким образом, как использование промысловой площади предшествующего года, так и средних площадей за 2-3-5-10 предшествующих лет, также не является оптимальным и может приводить к завышению/занижению прогноза, в зависимости от реальных изменений фактически обловленных площадей.

Таблица 1. Промысел гаммарид (т) в озерах Тюменской области в 2018-2023 годах / **Table 1.** Fishing for gammarides (t) in the lakes of the Tyumen region in 2018-2023

Название озера	Район	Годы					
		2018	2019	2020	2021	2022	2023
Сладкое	Армизонский	15,00	26,40	40,00	15,00		
Армизонское	Армизонский					1,60	
Бабье	Армизонский	17,00	31,00	30,63			0,69
Без названия (5 км на ЮЗ от д. Вялково)	Армизонский			0,50			
Без названия (с. Орлово)	Армизонский	2,00					
Без названия (д. Комлева)	Армизонский						9,74
Большие Лужоники	Армизонский			3,50	10,00	32,56	9,00
Большое Бердюжье	Бердюжский	11,09	1,00	25,42	27,67	9,26	0,67
Ганькино	Армизонский			0,25			
Екунино (3,6 км ЮВ д. Лапушина)	Голышмановский						0,75
Камышное	Армизонский			10,00			
Камышное (8 км СЗ с. Пеганово)	Бердюжский			2,00			
Каново	Армизонский			15,00	30,00	72,17	41,61
Кириллово (3 км ЮЗ д. Останино)	Бердюжский	3,00	8,00				
Кривое (5,7 км СЗ д. Никулино)	Сладковский	1,00	1,00	0,24	0,42	0,65	0,56
Кривое (д. Шабурова)	Бердюжский						0,49
Курчатское	Армизонский		30,00				
Локтевое (СЗ д. Локти)	Ишимский				29,00	59,00	60,00
Малое Камышное (4 км ЮЗ д. Останино)	Бердюжский		1,37		0,60	0,20	0,51
Малое (д. Лапушина)	Голышмановский						0,48
Малое Утичье	Бердюжский	1,00	0,70			0,42	0,51
Маслянка (с. Воробьево)	Бердюжский			7,70			
Пастухово	Бердюжский			17,00			0,11
Плоское (ЮВ д. Южно-Дубровное)	Армизонский				1,00	40,00	40,38
Савино (7 км на Ю от с. Бердюжье)	Бердюжский						0,93
Снегиревское	Армизонский	10,00		20,00			
Становое	Бердюжский	1,00					
Чирково	Армизонский			20,00			

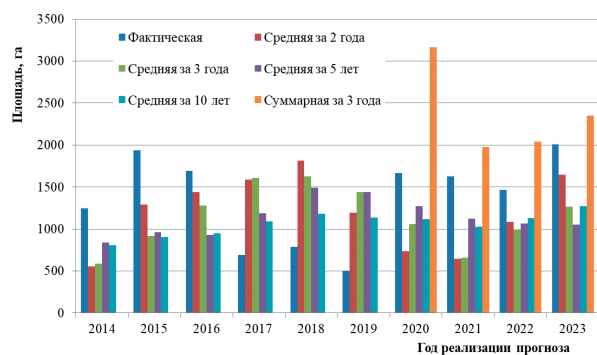


Рисунок 1. Фактические промысловые площади и варианты площадей, которые могут быть использованы для расчета РВ гаммарид Тюменской области

Figure 1. Actual fishing areas and variants of areas that can be used to calculate the RV gammarides of the Tyumen region

В современных условиях, при порядке формирования прогноза на область, сохранению запаса способствует низкий спрос на ресурс и способность популяций гаммарид к восстановлению в среднем в течение 2-3 лет. Сокращение запасов гаммарид в водоемах, эксплуатируемых в течение нескольких лет, вынуждает пользователей осваивать ранее не задействованные в промысле озера, как это и произошло в 2023 году.

Использование площадей, усредненных за 5-10 лет скрадывает актуальные тенденции текущего периода, тогда как усреднение за два года приведет к резким скачкам прогнозной величины, что негативно скажется

на организации промысла. В существующих реалиях считаем допустимым использование для расчета РВ площади, усредненные за три года.

Обоснование выбора периода усреднения биомасс

Широкие межгодовые изменения численности и биомассы популяций – доказанный факт, обусловленный изменениями абиотических и биотических факторов окружающей среды и, возможно, влиянием промысла [1; 10]. Поэтому использование для подсчета РВ данных по биомассе гаммарид, полученных в модельных водоемах за два года до начала промысла, сомнительно и может привести к недооценке и, что намного хуже, к переоценке запаса на момент начала промысла.

В озерах Тюменской области, где исследования проводились в течение шести лет, наблюдается уменьшение удельной биомассы гаммарид в 2021-2022 гг. (табл. 2). Средняя для исследованных озер удельная биомасса достоверно ниже в 2022 г. по сравнению с 2017-2019 гг. (Тест Манна Уитни, $P = 0,004$; t-test $P = 0,013$; t-test $P = 0,009$ соответственно для пары 2017-2022 гг., 2018-2022 гг., 2019-2022 гг.). Однако разница средних, начиная с 2020 г., не достоверна.

Для четырех озер, исследование популяций гаммарид в которых проводилось в современный период (2017-2022 гг.), есть данные по биомассам в период 2005-2014 гг. [2]. Заметны различия средних удельных биомасс в рассматриваемые периоды (табл. 3). Различия медианных величин статистически значимо по тесту Манн-Уитни ($P = 0,029$).

Таблица 2. Удельная биомасса (кг/га) гаммарид в озерах Тюменской области в 2017-2022 годах / **Table 2.** Specific biomass (kg/ha) of gammarides in the lakes of the Tyumen region in 2017-2022

Название озера	Годы					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Сладкое	158,00	72,00	72,00	66,00	34,00	56,76
Бердюжье	54,12	44,47	50,12	12,47	28,24	34,76
Долгое	177,14	98,57	81,43	112,86	40,00	29,19
Забашное	188,18	44,55	43,64	162,73	37,27	36,15
Сорочье	106,48	70,37	58,33	88,89	19,44	38,5
Слевалово	138,33	63,33	58,33	41,67	36,67	32,59
Щербаково	-	-	80,00	105,00	65,00	69,87
Лебяжье	-	-	38,67	56,00	33,33	51,19
Вьялково	-	-	15,53	6,52	13,71	15,74
Средняя	137,0	65,5	55,3	72,5	34,2	40,5

Таким образом, в последние годы, несмотря на кажущуюся разницу в величинах биомассы рачков, она не подтверждается статистически. Тогда как разница средних биомасс за условно десятилетний период оказывается достоверной. В связи с этим при составлении прогноза РВ для сглаживания межгодовых колебаний логично использовать среднюю биомассу за предшествующий трехлетний период.

Результаты расчета РВ гаммарид для Тюменской области двумя применяемыми методами

Прежде всего, уточним еще раз временные диапазоны при составлении прогноза РВ гаммарид. Так, прогноз на 2023 г. формируется в 2022 г. по материалам предыдущих лет, то есть, исходя из обоснованного выше выбора, по данным 2019-2021 годов. В расчете по пяти составляющим использованы официальные

данные РВ и вылова гаммарид в период 2014-2023 гг. (табл. 4).

Для проверки соответствия величины прогноза фактическому запасу в год вылова проведем расчет промыслового запаса года реализации прогноза (по фактическим площадям) и ретроспективный расчет РВ на 2021-2023 гг. методом прямого учета (табл. 5) и по пяти составляющим (табл. 6).

В 2021-2022 гг. фактический промысловый запас близок к рассчитанному методом прямого учета, тогда как расчет по пяти составляющим дает вдвое большую величину. Заметное превышение величин официальных прогнозов РВ гаммарид, представленных в таблице 4, над рассчитанными методами прямого учета (см. табл. 5) обусловлено выбором площадей для расчета прогноза в условиях отсутствия методического пособия по подсчету запаса гаммарид. В настоящий период при формировании прогноза специалисты используют

Таблица 3. Средняя биомасса гаммарид (кг/га) в озерах Тюменской области / **Table 3.** Average biomass of gammarides (kg/ha) in the lakes of the Tyumen region

Название озера	2005-2014 гг. [2]	2017-2022 гг. Наши данные
Сладкое	321±75	76±42
Бердюжье	124±40	37±16
Сорочье	576±291	64±32
Щербаково	484±209	80±18*

Примечание: * - по данным 2019-2022 годов

Таблица 4. Прогноз РВ и вылов гаммарид в озерах Тюменской области / **Table 4.** Forecast of RV and catch of gammarids in the lakes of the Tyumen region

Годы	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
РВ, т	259	312	256	260	244	198	185	129	131	154
Вылов, т	97	207	248	70	61	99,5	192,2	113,7	216	166,4
Освоение РВ, %	37	66	97	27	25	50	104	88	165	108

Таблица 5. Расчет РВ гаммарид в водоемах Тюменской области методом прямого учета и фактический промысловый запас на суммарной площади, обловленной в год реализации прогноза / **Table 5.** Calculation of the RV gammarides in the reservoirs of the Tyumen region by direct accounting and the actual fishing stock on the total area caught in the year of the forecast implementation

Годы	Расчетные данные			Фактические данные		
	В, кг/га	S, га	РВ, т	В, кг/га	S, га	Промысловый запас, т
2021	86,0	660	56,8	34,2	1630	55,7
2022	64,4	985	63,4	40,5	1467	59,3
2023	54,0	1267	68,4	103,4	2006	207,4

Таблица 6. Расчет РВ гаммарид в водоемах Тюменской области методом пяти составляющих / **Table 6.** Calculation of RV gammarides in reservoirs of the Tyumen region by the method of five components

Год	Средний многолетний РВ, т	РВ предшествующего года, т	Многолетний промысловый запас, т	Промысловый запас предшествующего года, т	Вылов предшествующего года, т	РВ, т
2021	244,9	185	56,8	28,0	99,5	122,8
2022	230,4	129	75,2	125,8	192,2	150,5
2023	219,3	131	76,9	55,6	113,7	119,3

суммарные площади, хотя бы раз обловленные в течение последних 3 лет перед годом составления прогноза.

В 2023 г., с целью исследования наиболее значимых для промысла водоемов, была проведена полная смена списка мониторинговых озер. В обновленный список вошли озера Локтевое, Большое Бердюжье, Каново и Плоское, суммарный вылов ресурса в которых превысил 80% общего вылова гаммарид в Тюменской области в 2022-2023 годах. Средняя биомасса в восьми изученных озерах составила 103,4 кг/га, что значительно превышает биомассу в ранее исследованных, причем разница между средними за 2022 и 2023 гг. статистически значима по *t*-критерию Стьюдента ($P = 0,001$).

Прямой расчет РВ на 2021 и 2022 гг., осуществляемый за два года до реализации прогноза на основании данных запаса, в регулярно обследуемых мониторинговых озерах, наиболее близок к реальным запасам в год вылова, тогда как расчет по пяти составляющим дает завышенные результаты.

При расчете прогноза на 2023 г., обоими методами РВ гаммарид, прогноз оказался ниже фактического промыслового запаса из-за полной смены списка мониторинговых озер. Следовательно, фактические биомассы в водоемах существенно различаются, и при подготовке прогноза необходимо опираться на состояние запасов гаммарид в озерах, наиболее интенсивно эксплуатируемых промыслом в последние несколько лет. При этом для отслеживания динамики запаса в многолетнем аспекте необходимо продолжать ежегодные исследования в нескольких модельных озерах, даже в случае исключения их из интенсивного промысла. Анализ межгодовой динамики запаса в этих водоемах позволит регулировать процент изъятия ресурса, корректируя его в случае наблюдения устойчивой тенденции к изменению запасов в сторону уменьшения или увеличения.

При расчете РВ методом пяти составляющих используются ретроспективные данные

за длительный период, не отражающие краткосрочной динамики запаса, что вызывает запаздывание прогнозных величин. Уменьшение биомассы гаммарид на длительном временном промежутке и использование в подсчетах среднемноголетней величины прогноза РВ прошлых лет приводит к увеличению РВ, не подкрепленного фактическим запасом. Вылов, выполненный, исходя из этого завышенного РВ, и используемый в качестве составляющей при подсчете прогноза на очередной год, еще сильнее увеличивает РВ прогнозного года, тем более, если он превысил рекомендованную величину, как это случилось в 2022 году. В случае уменьшения запасов или увеличения освоения расчет по пяти составляющим приводит к существенному и неоправданному завышению прогноза. В то же время, при увеличении количественных показателей популяций гаммарид, подсчет РВ по пяти составляющим приведет к формированию заниженного прогноза и недоосвоению ресурса пользователями.

При формировании прогнозов РВ предлагается использовать метод прямого расчета с усреднением биомассы гаммарид в модельных водоемах за три года до составления прогноза, и проводить расчеты на среднюю за те же годы промысловую площадь. Риск перелова существует и в случае такого расчета, он связан с резким варьированием промысловых площадей год от года. Площади, на которые производится расчет, наиболее существенно влияют на величину РВ, учитывая их варьирование в пределах тысяч гектаров. При этом до реализации прогноза РВ фактическая величина промысловых площадей остается неизвестной. В случае освоения прогноза на площади меньшей, чем расчетная, произойдет перелов гаммарид, однако в существующих реалиях расчета РВ на область его невозможно избежать. Более строгий метод подачи РВ рассмотрен в предыдущей статье [8], однако он требует существенных изменений порядка подачи прогнозов РВ для внутренних водоемов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов:

С.Э. Френкель – идея статьи, анализ данных, корректировка текста, подготовка статьи; **А.В. Миттелло** – анализ данных, подготовка статьи; **К.В. Куцанов** – сбор и обработка первичных материалов, анализ данных; **А.Г. Герасимов** – сбор и обработка первичных материалов, анализ данных; **Л.Ф. Разова** – сбор и обработка первичных материалов. Все авторы участвовали в обсуждении результатов.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors:

S.E. Frenkel – the idea of the article, data analysis, text correction, preparation of the article; **A.V. Mitiello** – data analysis, preparation of the article; **K.V. Kutsanov** – collection and processing of primary materials, data analysis; **A.G. Gerasimov** – collection and processing of primary materials, data analysis; **L.F. Razova** – collection and processing of primary materials. All the authors participated in the discussion of the results.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Дексбах Н.К. 1952. Мормыш (*Gammarus lacustris*) в водоемах среднего Урала и Зауралья (распространение, экология, использование) // Труды ВГБО. Т.4. С. 187-199.
2. Литвиненко Л.И., Литвиненко А.И., Куцанов К.В., Козлов О.В. 2018. Межгодовые колебания промысловых запасов короткоциклового беспозвоночного континентальных водоемов Западной Сибири и проблемы с заблаговременным прогнозом их вылова // Вопросы рыболовства. Т.19. №2. С. 193-205.
3. Определение общих допустимых уловов (ОДУ) амфиподы *Gammarus lacustris*. Методические указания. Под ред. Литвиненко Л.И. 2004. Тюмень. 19 с.
4. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 06.10.2017 № 501 «Об утверждении перечня видов водных биологических ресурсов, в отношении которых осуществляется промышленное рыболовство во внутренних водах Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации, и о признании утратившими силу приказов Минсельхоза России».
5. Постановление Российской Федерации от 25 августа 2008 г. № 643 «О подготовке и заключении договора пользования водными биологическими ресурсами, общий допустимый улов которых не устанавливается»
6. Методические рекомендации по оценке запаса и прогнозированию рекомендованного объема добычи (вылова) артемии. 2019. М.: Изд-во ВНИРО. 50 с.
7. Евстегнеев В.В., Подуровский М.А., Соловов В.П. 1997. Основы сырьевой базы гидробионтов. Учебно-методическое пособие. Барнаул: Изд-во АлтГТУ. 109 с.
8. Френкель С.Э., Куцанов К.В., Герасимов А.Г., Миттелло А.В. 2023. Промысел и состояние запасов гаммарид в озерах Курганской области в 2000-2022 годах // Рыбное хозяйство. №6. С. 103-109. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2023-6-103-109> EDN clmxnj.

9. Козлов О.В. 2005. Ракообразные систем малых озер в условиях антропогенной нагрузки (на примере водоемов Ишимской равнины). Автореф. дисс.... доктора биологических наук. Москва. 53 с.
10. Новоселов В.А. 1999. Биологические особенности гаммаруса в равнинных озерах // Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН. С. 104-112.

LITERATURE AND SOURCES

1. Dexbach N.K. (1952). Mormysh (*Gammarus lacustris*) in reservoirs of the Middle Urals and Trans-Urals (distribution, ecology, use) // Proceedings of the VGBO. Vol. 4. Pp. 187-199. (In Russ.).
2. Litvinenko L.I., Litvinenko A.I., Kutsanov K.V., Kozlov O.V. (2018). Interannual fluctuations in commercial stocks of short-cycle invertebrates in continental reservoirs of Western Siberia and problems with early prediction of their catch // Questions of fisheries. Vol. 19. No.2. Pp. 193-205. (In Russ.).
3. Determination of the total allowable catches (ODES) of the amphipod *Gammarus lacustris*. Methodological guidelines. Ed. Litvinenko L.I. 2004. Tyumen. 19 p. (In Russ.).
4. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated 06.10.2017 No. 501 "On approval of the list of types of aquatic biological resources for which industrial fishing is carried out in the internal waters of the Russian Federation, with the exception of the internal marine waters of the Russian Federation, and on invalidation of orders of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation". (In Russ.).
5. Resolution of the Russian Federation No. 643 dated August 25, 2008 "On the preparation and conclusion of a contract for the use of aquatic biological resources, the total allowable catch of which is not established." (In Russ.).
6. Methodological recommendations for assessing the stock and forecasting the recommended volume of production (catch) of artemisia. 2019. Moscow: VNIRO Publishing House. 50 p. (In Russ.).
7. Evstegneev V.V., Podurovsky M.A., Solovov V.P. (1997). The basics of the raw material base of hydrobionts. Educational and methodical manual. Barnaul: Publishing house of AltSTU. 109 p. (In Russ.).
8. Frenkel S.E., Kutsanov K.V., Gerasimov A.G., Mitiello A.V. (2023). Fishery and the state of gammarid stocks in the lakes of the Kurgan region in 2000-2022 // Fisheries. No.6. Pp. 103-109. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2023-6-103-109> EDN clmxnj. (In Rus., abstract in Eng.).
9. Kozlov O.V. (2005). Crustaceans of small lake systems under conditions of anthropogenic load (on the example of reservoirs of the Ishim plain). The author's abstract. diss....Doctor of Biological Sciences. Moscow. 53 p. (In Russ.).
10. Novoselov V.A. (1999). Biological features of gammarus in lowland lakes // Reservoirs of the Altai Territory: biological productivity and prospects of use. Novosibirsk: Nauka. Sib. enterprise RAS. Pp. 104-112. (In Russ.).

Материал поступил в редакцию / Received 08.08.2024

Принят к публикации / Accepted for publication 02.11.2024