



УДК 595.371.13/57.087.3

## Промысловые виды и их биология

# Опыт количественного учёта *Gammarus lacustris* (Crustacea: Amphipoda) в подлёдном слое озера Белое методом подводного видеонаблюдения

Д. В. Матафонов

Байкальский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («БайкалНИРО»), ул. Хахалова 46, г. Улан-Удэ, 670034

E-mail: matafonov\_dv@baikal.vniro.ru

SPIN-код: Д. В. Матафонов – 4688-7640

**Цель работы:** апробировать метод подводного видеонаблюдения для количественного учёта *G. lacustris* в подлёдном слое промыслового водоёма на примере озера Белое.

**Используемые методы:** в исследовании использован метод подводного видеонаблюдения для регистрации особей *G. lacustris*, скопившихся на нижней поверхности ледового покрова и попадающих в зону количественного учёта, которая определяется по диаметру учётной лунки, получаемой с помощью ручного рыболовного бура. Биомасса *G. lacustris* рассчитана произведением средней численности особей на единицу площади изученного биотопа, установленной по видеозаписям, на среднюю массу одной особи *G. lacustris*. Особи для взвешивания получены методом ледовой пробки из исследованных учётных лунок (первым выбросом особей на лёд при бурении лунки).

**Новизна:** изложенный в работе метод количественного учёта *G. lacustris* на основе подводного видеонаблюдения является новым.

**Результаты:** получены данные о численности и биомассе *G. lacustris* в озере Белое в апреле 2025 г. Установлено, что численность *G. lacustris* на единицу площади подлёдного пространства изменялась от 0 до 1960 экз./м<sup>2</sup> (в среднем – 314±110,7 экз./м<sup>2</sup>). При средней массе одной особи 0,047 г биомасса *G. lacustris* на единицу площади составила 14,8 г/м<sup>2</sup>, в подлёдном пространстве прибрежной зоны всего озера – 5,9 тонн, с учётом нижнего предела стандартной ошибки численности – 3,8 тонны.

**Практическая значимость:** Предложенный метод может быть внедрён в практику определения запасов *G. lacustris* в промысловых водоёмах, а также с целью мониторинга популяции этого вида в различающихся по своим характеристикам водных объектах.

**Ключевые слова:** Gammaridae, биомасса, цифровая камера, рыболовный ледобур, учётная съёмка, промысловый водоём.

## The experience of *Gammarus lacustris* (Crustacea: Amphipoda) counting in the under ice layer of the Beloe lake with the method of underwater imaging

Dmitry V. Matafonov

Baikal Branch of VNIRO («BaikalNIRO»), 4b, Khakhalova, Ulan-Ude, 670034, Russia

**The aim:** The approbation of underwater imaging for *G. lacustris* counting in the under ice layer of fishery water body at the Beloe Lake as an example.

**Methods:** The method of underwater imaging was used to account *G. lacustris* inhabiting the bottom side of the ice cover and caught there into the frames of the counting zone which was determined on diameter of the hole from the manual fishing ice-drill. The biomass of *G. lacustris* in the biotope was calculated by multiplication of average number of individuals per unit area, determined from video recordings, by the average mass of one individual. Individuals for biomass determination were taken from the counting holes by the first release of individuals onto the ice during drilling of the hole.

**Novelty:** The method of *G. lacustris* counting based on underwater imaging is novel.

**Results:** Data on population density and biomass of *G. lacustris* in the Beloe Lake in April 2025 were obtained. It was established that the density of *G. lacustris* in the under-ice layer varied from 0 to 1960 ind. m<sup>-2</sup> (on average – 314±110.7 ind. m<sup>-2</sup>). With an average weight of one individual of 0.047 g, the biomass of *G. lacustris* per unit area is 14.8 g m<sup>-2</sup>, and in the under ice layer of the shallow zone of the lake is 5.9 tons. Taken into account the lower limit of standard error of density the biomass is 3.8 tons.

**Practical significance:**

The proposed method can be implemented in the practice of determining the stocks of *G. lacustris* in commercial (fishery) water bodies, as well as for the purpose of monitoring the population of this species in water bodies with different characteristics.

**Keywords:** Gammaridae, biomass, digital camera, fishing ice-drill, counting, fishery water body.

## ВВЕДЕНИЕ

Гаммариды относятся к промысловым беспозвоночным, лов которых во внутренних водах Российской Федерации регламентирован прогнозом рекомендованного вылова. Они в большом количестве используются в качестве живой приманки при подлёдном лове рыбы, в производстве биологически активных веществ, изготовлении биокормов, в научных экспериментах и т. д. [Бекман, 1954; Подкорытова и др., 2010; Мезенова, 2023; Harlioğlu, Farhadi, 2018].

В водоёмах Сибири наиболее известен вид *Gammarus lacustris* G.O. Sars, 1863. Для целей определения запасов *G. lacustris* ведётся мониторинг популяций в промысловых водоёмах с установлением количественных показателей [Френкель и др., 2024]. Широкий экологический потенциал вида, многообразие вариантов его распределения по биотопам, довольно резкие колебания биомассы в сезонном ходе биологических процессов и в многолетней динамике, в том числе под влиянием климатических событий, способность к активным перемещениям и т. д. осложняют понимание причин изменчивости его количественных показателей [Бекман, 1954; Матафонов, 2007; Литвиненко и др., 2018].

Методы сбора и учёта, с помощью которых исследователи стремятся получить наиболее объективные данные о запасах *G. lacustris*, также многообразны. Перечень приборов, используемых для целей его учёта, к настоящему времени включает дночерпатели различных модификаций, планктонные сети, прибор для количественного учёта гаммарид (КУГ), мормышное корыто, метод учёта по ледовой пробке и пр. При этом учёт скоплений гаммаруса в зимний период имеет свои сложности. С нарастанием льда и понижением концентрации кислорода во многих водоёмах условия для дыхания гидробионтов ухудшаются, поэтому гаммарус с грунта перемещается под лёд, где может оставаться до начала его таяния. Не все из перечисленных выше приборов способны захватить гаммаруса в этом биотопе для корректной оценки его биомассы. Дночерпатели, планктонные сети и прибор КУГ конструктивно не были рассчитаны на такое применение, поэтому для учёта в подлёдном слое считается оправданным использование мормышного корыта и учёт гаммаруса по ледовой пробке [Куцанов и др., 2024], в работе с которыми и получаемых результатах также имеются неопределённости, сводимые к одному фундаментальном вопросу: как происходит формирование каждой пробы? Во многом эти неясности проистекают из того, что исследователь не имеет возможности визуального контроля за процессом взятия отдельной пробы.

Возможность визуальной оценки является одним из наиболее важных критериев успешности процесса сбора материала и истинности получаемых данных об объекте промысла [Дуленин, Кудревский, 2019]. В настоящее время эта задача всё чаще решается с привлечением методов видеонаблюдения. Такие методы уже нашли своё широкое применение в оценке запасов промысловых водных животных [Золотарев, 2016; Бизиков и др., 2021; Залота и др., 2024] и непромысловых. Например, методами подводного видеонаблюдения было установлено, что в весенний период байкальские эндемичные амфиподы включаются в состав «зообентоса» нижней поверхности льда Байкала, вероятно, для питания развивающимися здесь микроорганизмами и водорослями [Аннотированный список ..., 2001]. Детальные исследования с видеорегистрацией эндемичных амфипод в пелагиали оз. Байкал были проведены с целью их количественного учёта в процессе суточных вертикальных миграций [Тахтеев и др., 2019]. Как показали результаты исследований, выполненных в пелагиали озера Шира [Толмеев и др., 2006], в определённых условиях метод подводных видеонаблюдений может быть более эффективным при учёте *G. lacustris* в сравнении с традиционными. К достоинствам метода, кроме прочего, относится возможность учёта объекта наблюдения без изъятия из среды обитания и без изменения его поведенческой активности.

Задача настоящего исследования заключалась в апробации метода подводных видеонаблюдений для количественного учёта *G. lacustris* в подлёдном слое промыслового водоёма на примере озера Белое.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили 30 марта и 6 апреля 2025 г. в дневное время (13-15 часов) в прибрежной зоне северо-восточной части акватории озера Белое (координаты озера: 51,542° с. ш., 107,034° в. д.), расположенном в Иволгинском районе Республики Бурятия, в 50 км от г. Улан-Удэ (см. рис. 1).

Исследования основных параметров среды были выполнены ранее: температуры воды, концентрации растворённого кислорода и общей минерализации (TDS) – в январе 2024 г. с помощью анализатора WTW 3620 (Xylem Analytics Germany GmbH, Германия); площади озера в августе 2024 г. – с использованием программы Google Earth Pro.

Для количественного учёта гаммаруса использовали цифровую камеру GoPro Hero 10 в защищённом от воды и механических повреждений боксе, которую крепили на погружаемую в воду штангу с направлением видеофиксации снизу вверх, т. е. на нижнюю сто-

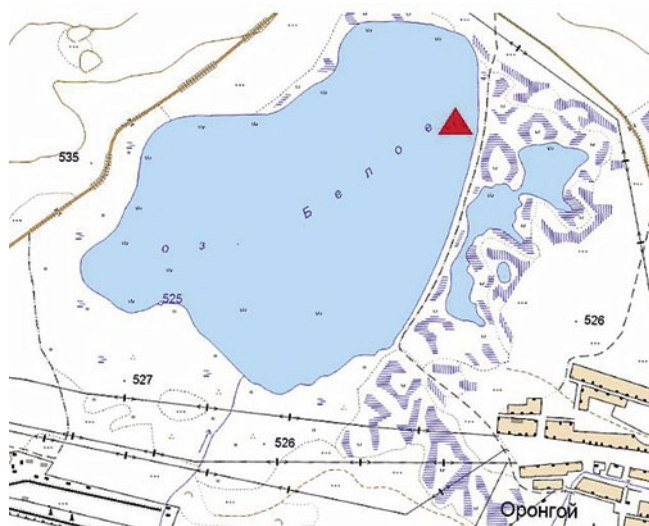


Рис. 1. Расположение станции на оз. Белое

Fig. 1. Location of the sampling station at the Beloe Lake

рону ледового покрова и прилегающего подлёдного пространства, а также с некоторым углом от строгой вертикали – на точку последующего количественного учёта. Камеру погружали в лунку, для устройства которой использовали стандартный ручной рыболовный бур с диаметром шнека 130 мм («техническая» лунка). Глубина погружения камеры изменялась от 20 до 50 см, соответственно чему менялась и площадь охвата ледового покрова учётной съёмкой. При этом с увеличением расстояния до объекта съёмки и с охватом большей площади возможность различения отдельных особей гаммаруса закономерно уменьшается. Рядом с технической лункой бурили вторую, в границах окружности которой вели учёт гаммаруса («учётная» лунка) с пересчётом особей на единицу стандартной площади (коэффициент для пересчёта с площади учётной лунки на 1 м<sup>2</sup> ледового покрова – 75,4). На практике захват камеры либо её вращение на штанге позволяли сделать несколько учётных лунок вокруг одной технической.

О количестве особей гаммаруса на единицу площади (1 м<sup>2</sup> ледового покрова) судили по видеозаписям, на которых был запечатлён весь процесс подготовки учётной лунки с наиболее важными моментами – приближение бура к нижней кромке льда и прорезывание ледового покрова. На записях отчётливо виден силуэт шнека, очерчивающий у границы льда с водой окружность известного диаметра, и особи гаммаруса, попадающие в зону количественного учёта в этот момент. В апреле особи, подхваченные первым выбросом подлёдной воды буром (метод ледовой пробки [Куцанов и др., 2024]), служили для определения средней индивидуальной массы *G. lacustris*

и расчёта общей биомассы гаммаруса в прибрежной зоне озера, получаемой умножением средней индивидуальной массы на среднюю численность особей на единице площади, которую определяли по видеозаписям.

Всего были получены 3 результативные записи 30 марта, по которым в главном были определены технические условия реализации метода, и 18 записей – 6 апреля, по которым был выполнен расчёт средней численности *G. lacustris*. В работе представлены отдельные фрагменты записей, характеризующие метод получения количественных данных, в том числе условия, требуемые для его проведения.

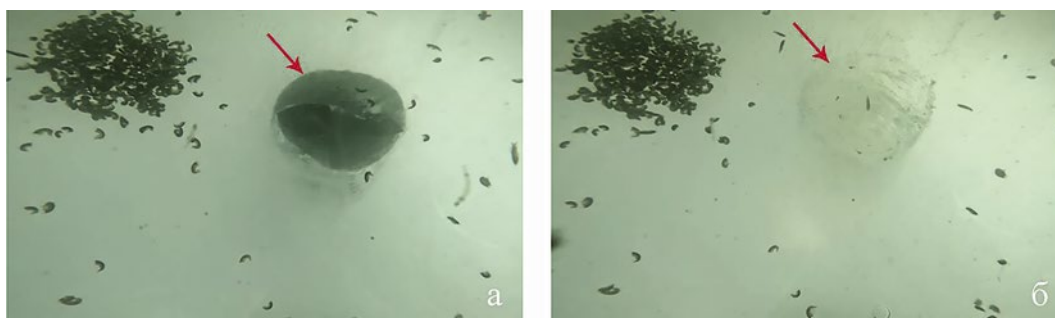
При указании средних значений количественных показателей приводится стандартная ошибка.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

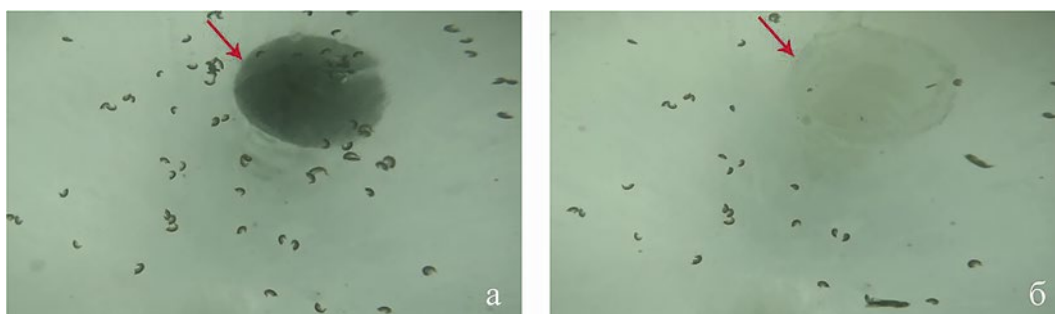
Озеро Белое характеризуется следующими основными параметрами. Озеро имеет площадь около 1,3 км<sup>2</sup>. Глубина в нём не превышает 1,9 м, температура воды подо льдом составляет 0,9 °С, концентрация растворённого кислорода – 0,15 мг/л (1,2% насыщения), общая минерализация (TDS) – 7,6-8,2 г/л. Прозрачность воды в озере до 1-1,5 м. Высота снежного покрова в марте-апреле 2025 г. не превышала 0,05 м, толщина льда была около 0,7 м.

В третьей декаде марта 2025 г. нижняя поверхность льда по видеозаписям выглядела относительно гладкой, лёд был ещё плотным, кристаллическим, грани готовой лунки были резкими, хорошо различимыми (см. рис. 2, 3). На нижней поверхности льда отмечались скопления либо разрозненные особи *G. lacustris*, реакции которых на бурение не наблюдалось вплоть до их захвата буром. Некоторые скопления особей, вероятно, были расположены на месте замёрзших рыболовных лунок, т. к. имели довольно ровные очертания с размерами, близкими размерам рыболовного бура (см. рис. 2). С первым выбросом подлёдной воды подхватывались особи в пределах очерченного буром круга, а также с прилегающего к нему участка ледового покрова. Часть этих особей поступала обратно в воду.

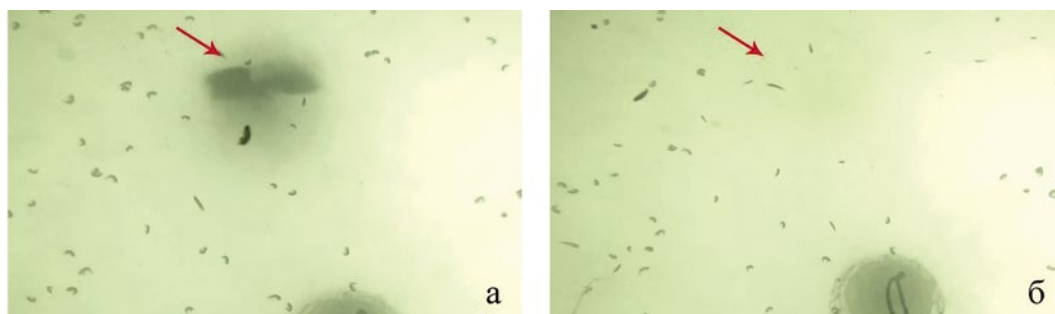
В первой декаде апреля фиксировалось таяние льда с появлением игольчатой и рыхлой структуры, насыщенности нижнего слоя водой. Грани лунки были менее резкими, чем в марте (см. рис. 4, 5, 6). При приближении бура к слою подлёдной воды наблюдались случаи перемещения потревоженных особей гаммаруса из зоны учёта либо их затягивание в лёд через возникшие в результате таяния полости. На отдельных записях также видно, что часть особей располагается на вмёрзших в лёд водных растениях, попадает в зону



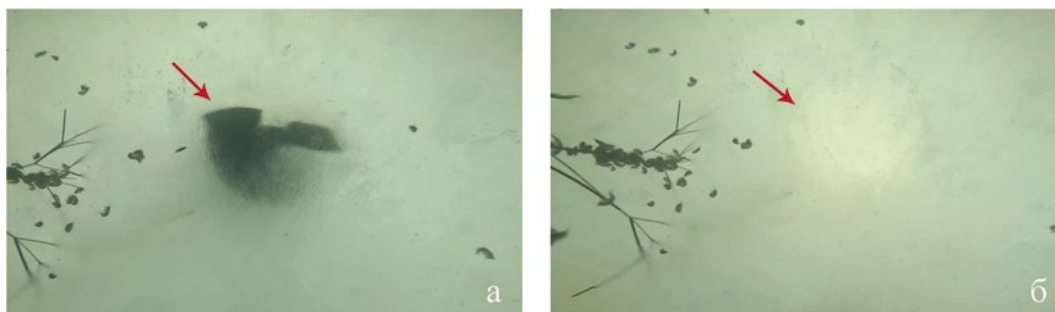
**Рис. 2.** Фрагмент видеотрека от 30 марта. Проба 1: а – зона учёта и особи, попадающие в неё; б – лунка после взятия пробы  
**Fig. 2.** Video track fragment from March 30. Sample 1: a – the counting zone and the individuals that fall into it; b – the hole after sampling



**Рис. 3.** Фрагмент видеотрека от 30 марта. Проба 2: а – зона учёта и особи, попадающие в неё; б – лунка после взятия пробы  
**Fig. 3.** Video track fragment from March 30. Sample 2: a – the counting zone and the individuals that fall into it; b – the hole after sampling



**Рис. 4.** Фрагмент видеотрека от 6 апреля. Проба 1: а – зона учёта и особи, попадающие в неё; б – лунка после взятия пробы  
**Fig. 4.** Video track fragment from April 6. Sample 1: a – the counting zone and the individuals that fall into it; b – the hole after sampling



**Рис. 5.** Фрагмент видеотрека от 6 апреля. Проба 2: а – зона учёта и особи, попадающие в неё; б – лунка после взятия пробы  
**Fig. 5.** Video track fragment from April 6. Sample 2: a – the counting zone and the individuals that fall into it; b – the hole after sampling





**Рис. 6.** Фрагмент видеотрека от 6 апреля. Проба 3: а – зона учёта и особи, попадающие в неё; б – перемещение особей из зоны учёта; в – лунка после взятия пробы

**Fig. 6.** Video track fragment from April 6. Sample 3: a – the counting zone and the individuals that fall into it; b – movement of individuals from the counting zone; c – the hole after sampling

учёта, но при касании буром растения успевает уйти из неё (см. рис. 6).

Полученные таким образом видеозаписи позволяют рассчитать количественные показатели гаммаруса в прибрежной зоне оз. Белое. Согласно видеоматериалам, в апреле количество гаммаруса на единицу площади изменялось от 0 до 1960 экз./м<sup>2</sup> (в среднем – 314±110,7 экз./м<sup>2</sup>). Исходя из этого биомасса гаммаруса, получаемая умножением средней численности на среднюю массу 1 экз. (пределы вариации от 0,037 до 0,070 г, среднее – 0,047±0,0023 г), составляет 14,8 г/м<sup>2</sup>. Если допустить, что площадь изученного нами биотопа в озере составляет 0,4 км<sup>2</sup>, тогда всю биомассу гаммаруса в этом биотопе можно оценивать в объёме 5,9 тонн, с учётом нижнего предела стандартной ошибки численности – 3,8 тонны.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Опыт количественного учёта *G. lacustris* на оз. Белое с помощью подводной цифровой видеозаписи является новым. Он соотносится с современной тенденцией всё более широкого вовлечения методов видеонаблюдения в исследования биологических процессов для оценки параметров и сбора биологических данных. Предлагаемый метод демонстрирует возможность повышения объективности получаемых данных о распределении и количестве гаммаруса в подлёдном пространстве, т. е. в период его основного промысла во многих водоёмах Сибири. Большей объективности получаемой видеоинформации способствует и возможность верификации данных разными специалистами. В сравнении с традиционными методами «слепого» учёта видеонаблюдение с меньшими затратами предоставляет больший объём информации, который, кроме количественных данных, включает фиксацию поведенческих реакций гаммаруса на воздействие, нарушающее его среду обитания,

а также состояние ледового покрова, наличие водных растений и т. д. Кроме этого, видеонаблюдение позволяет выполнить оценку количества гаммаруса во всём поле кадра, взяв учётную лунку как калибровочную. Как и в исследованиях популяции *Dreissena* на оз. Мичиган [Karataev et al., 2018] это увеличивает число выполненных повторностей и влияет на точность получаемых результатов.

В свою очередь, в ряде случаев может быть более рациональным сочетание видеонаблюдения с традиционными методами. Так, видится оправданным производить учёт численности гаммаруса с помощью видеонаблюдения, а материал для расчёта массы одной особи брать из первого выброса особей на лёд. Подобное сочетание оперативности получения массива данных методом видеонаблюдения с преимуществами классической съёмки дночерпателем оказалось результативным при исследовании исландского гребешка в Баренцевом и Белом морях [Золотарев, 2016], бентоса на озёрах Мичиган и Эри [Karataev et al., 2018; Burlakova et al., 2022]. Такой же подход рекомендуется для изучения подводных ландшафтов и миграционных скоплений гидробионтов в оз. Байкал [Тахтеев и др., 2019].

Имеются условия, которые необходимо учитывать при организации количественного учёта гаммаруса в подлёдный период методом видеонаблюдения. Как показал опыт проведённого исследования на оз. Белое, условия для определения количественных показателей гаммаруса в марте были несколько лучше, чем в апреле за счёт резкости граней учётной лунки, качества изображения при меньшем расстоянии камеры до нижней поверхности льда, отсутствия перемещений гаммаруса при устройстве учётной лунки. Немаловажно, что с началом таяния льда гаммарус «отлипает» от его нижней поверхности и подлёдный учёт становится менее эффективным. Вероятно, пер-

вая декада апреля в 2025 г. была крайней для нахождения гаммаруса в подлёдном слое оз. Белое, т. к. поиск гаммаруса для проведения исследования в марте был успешнее.

Проведённое исследование также показало, что оптические свойства воды с повышенной минерализацией позволяют выполнять работы методом видеонаблюдения. На оз. Шира, солёность которого достигает 14,5 г/л, наблюдение за распределением *G. lacustris* в дневное и ночное время также было успешным [Толмеев и др., 2006]. Видеонаблюдение за организмами бентоса может быть затруднено повышенной мутностью воды [Залота и др., 2024], в период открытой воды – за счёт повышенной динамики водных масс (течения, волновая активность и т. п.) и плотности зарослей макрофитов [Karataev et al., 2018].

В дальнейшем, для совершенствования метода видеонаблюдения с целью количественного учёта *G. lacustris* видится необходимой его адаптация к повышенным концентрациям особей гаммаруса, в том числе в подлёдном пространстве, различающихся своими оптическими и прочими характеристиками водоёмов. Для усовершенствования учётного метода, увеличения информативности получаемых изображений и определения границ зоны учёта возможно использование диска с диаметром 130 мм, окрашенного полностью или только по краю, и опускаемого в подготовленную лунку для регистрации особей на его фоне. Видится также рациональным использование подводных видеокамер с возможностью вывода видеоизображения на экран монитора, а также подводных управляемых аппаратов. Имеет перспективы и установление биомассы гаммаруса по известным линейно-весовым зависимостям на основе качественных изображений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка запасов промысловых беспозвоночных на современном этапе эффективна с использованием методов подводного видеонаблюдения. Проведённым исследованием показано, что для количественного учёта особей *G. lacustris* в подлёдном пространстве возможна их регистрация на подводную цифровую камеру. Площадь учёта определяется по диаметру окружности, очерченной ручным рыболовным буром при устройстве учётной лунки. Для определения биомассы *G. lacustris* на площади изучаемого биотопа требуется отбор особей из учётных лунок, по которым рассчитывается масса одной особи. Полученная таким методом биомасса *G. lacustris* в прибрежной зоне оз. Белое составляет 5,9 тонн.

Основными ограничениями для использования метода могут быть таяние льда в весенний период, что

ведёт к «отлипанию» *G. lacustris* от нижней поверхности льда и усложняет определение границ учётной лунки, а также расположение камеры за пределами оптимального диапазона глубины. В дальнейшем видится необходимой адаптация метода к учёту *G. lacustris* в подлёдном пространстве водоёмов, различающихся своими характеристиками и промысловой значимостью.

В целом, метод подводного видеонаблюдения для количественного учёта *G. lacustris* в подлёдном пространстве промысловых водоёмов видится эффективнее и перспективнее в сравнении с имеющимися в настоящее время, с которыми возможно его сочетание.

## Благодарности

Выражаю свою искреннюю признательность Р.Д. Матафонову за помощь при выполнении полевых исследований.

## Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

## Финансирование

Исследование проводилось в соответствии с государственной работой Байкальского филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО».

## ЛИТЕРАТУРА

- Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. 2001 / Тимошкин О.А. ред. Новосибирск: Наука. Т. 1: Озеро Байкал. Кн. 1. 832 с.
- Бекман М.Ю. 1954. Биология *Gammarus lacustris* прибайкальских водоёмов // Труды Байкальской лимнологической станции. Т. 14. С. 263-311.
- Бизиков В.А., Петерфельд В.А., Черноок В.И., Кузнецов Н.В., Петров Е.А., Бобков А.И., Ткачев В.В., Сидоров Л.К., Болтнев Е.А. 2021. Методические рекомендации по проведению учёта приплода байкальской нерпы (*Pusa sibirica*) с беспилотных летательных аппаратов в Байкальском рыбохозяйственном бассейне. М.: Изд-во ВНИРО. 56 с.
- Дуленин А.А., Кудревский О.А. 2019. Использование лёгкого телеуправляемого необитаемого подводного аппарата для морских прибрежных гидробиологических исследований // Вестник Камчатского ГТУ. № 48. С. 6-17. DOI: 10.17217/2079-0333-2019-48-6-17.
- Залота А.К., Удалов А.А., Чикина М.В., Кондарь Д.В., Любимов И.В., Липухин Э.В., Анисимов И.М., Лесин А.В., Муравья В.О., Мишин А.В. 2024. Первые находки вселенца краба-стригуна, *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius,

## REFERENCES

- 1788) (Decapoda, Oregoniidae), в Восточной части Карского моря // Океанология. Т. 64. № 3. С. 473-483. DOI: 10.31857/S0030157424030087.
- Золотарев П.Н. 2016. Биология и промысел исландского гребешка *Chlamys islandica* в Баренцевом и Белом морях. Мурманск: ПИНРО. 289 с.
- Куцанов К.В., Разова Л.Ф., Герасимов А.Г., Бразжников Е.В., Зайцева Я.А. 2024. Апробация различных орудий лова при отборе проб гаммарид в подлёдный период // АПК: инновационные технологии. № 3(66). С. 32-43. DOI: 10.35524/2687-0436\_2024\_03\_32.
- Литвиненко Л.И., Литвиненко А.И., Куцанов К.В., Козлов О.В. 2018. Межгодовые колебания промысловых запасов короткоциклового беспозвоночного континентальных водоёмов Западной Сибири и проблемы с заблаговременным прогнозом их вылова // Вопросы рыболовства. Т. 19. № 2. С. 193-205.
- Матафонов Д.В. 2007. Экология *Gammarus lacustris* Sars (Crustacea: Amphipoda) в водоёмах Забайкалья // Известия РАН. Сер. биологическая. № 2. С. 188-196.
- Мезенова О.Я. 2023. Биопотенциал вторичного хитинсодержащего сырья и рациональные направления его использования // Известия КГТУ. № 69. С. 74-88. DOI: 10.46845/1997-3071-2023-69-74-88.
- Подкорытова А.В., Строкова Н.Г., Семикова Н.В., Литвиненко А.И., Козлов О.В. 2010. Гаммарус – перспективный источник биологически активных веществ // Рыбпром: технологии и оборудование для переработки водных биоресурсов. № 4. С. 60-63.
- Тактеев В.В., Карнаухов Д.Ю., Говорукина Е.Б., Мишарин А.С. 2019. Суточные вертикальные миграции гидробионтов в прибрежной зоне оз. Байкал // Биология внутренних вод. № 2-1. С. 50-61. DOI: 10.1134/S0320965219020141.
- Толмеев А.П., Заdereев Е.С., Дегерменджи А.Г. 2006. Тонкое стратифицированное распределение *Gammarus lacustris* Sars (Crustacea: Amphipoda) в пелагиали меромиктического озера Шира (Россия, Хакасия) // Доклады Академии наук. Т. 411. № 4. С. 549-552.
- Френкель С.Э., Миттелло А.В., Куцанов К.В., Герасимов А.Г., Разова Л.Ф. 2024. Методические подходы к расчету рекомендованного вылова гаммарид *Gammarus lacustris* (G.O. Sars, 1864) во внутренних водоемах // Рыбное хозяйство. № 6. С. 54-62. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-6-54-62.
- Burlakova L.E., Karatayev A.Y., Mehler K., Hinchey E.K. 2023. Exploring Great Lakes benthoscapes: can we visually delineate hypoxic habitats? // Hydrobiologia. V. 850. P. 1331-1353. DOI: 10.1007/s10750-022-04821-z
- Harlioğlu M.M., Farhadi A. 2018. Importance of *Gammarus* in aquaculture // Aquaculture International. V. 26. P. 1327-1338. DOI: 10.1007/s10499-018-0287-6
- Karatayev A.Y., Mehler K., Burlakova L.E., Hinchey E.K., Warren G.J. 2018. Benthic video image analysis facilitates monitoring of *Dreissena* populations across spatial scales // Journal of Great Lakes Research. V. 44. Iss. 4. P. 629-638. DOI: 10.1016/j.jglr.2018.05.003
- Index of animal species inhabiting Lake Baikal and its catchment area. 2001 / Timoshkin O.A. ed. Novosibirsk: Nauka. V. I: Lake Baikal. Book 1. 832 p. (In Russ.).
- Beckman M.Yu. 1954. Biology of *Gammarus lacustris* of near Baikal water bodies // Proceedings of the Baikal Limnological Station. Vol. 14. P. 263-311. (In Russ.).
- Bizikov V.A., Peterfeld V.A., Chernook V.I., Kuznetsov N.V., Petrov E.A., Bobkov A.I., Tkachev V.V., Sidorov L.K., Boltnev E.A. 2021. Methodological recommendations for conducting a census of the Baikal seal (*Pusa sibirica*) offspring using unmanned aerial vehicles in the Baikal fishery basin. Moscow: VNIRO Publish. 56 p. (In Russ.).
- Dulenin A.A., Kudrevskiy O.A. 2019. The use of lightweight remote operated vehicle for marine coastal hydrobiological investigations // Bulletin of Kamchatka State Technical University. № 48. P. 6-17. DOI: 10.17217/2079-0333-2019-48-6-17. (In Russ.).
- Zalota A.K., Udalov A.A., Chikina M.V., Kondar D.V., Lyubimov I.V., Lipukhin E.V., Anisimov I.M., Lesin A.V., Muravya V.O., Mishin A.V. 2024. First Findings of the Invasive Snow Crab *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius, 1788) (Decapoda, Oregoniidae) in the Eastern Kara Sea // Oceanology. V. 64. No. 3. P. 411-420. DOI: 10.1134/S0001437024700085.
- Zolotarev P.N. 2016. Biology and fishery of the Icelandic scallop *Chlamys islandica* in the Barents and White seas. Murmansk: PINRO Publish. 289 p. (In Russ.).
- Kutsanov K.V., Razova L.F., Gerasimov A.G., Brazhnikov E.V., Zaitseva Ya.A. 2024. Testing of various fishing gear when sampling gammarids during the ice period // AIC: Innovative Technologies. № 3(66). P. 32-43. DOI: 10.35524/2687-0436\_2024\_03\_32. (In Russ.).
- Litvinenko L.I., Litvinenko A.I., Kutsanov K.V., Kozlov O.V. 2018. Interannual fluctuations in populations of invertebrates with a short life cycle in the continental waters of Western Siberia and problems with the early forecast of their catch // Fisheries. V. 19. № 2. P. 193-205. (In Russ.).
- Matafonov D.V. 2007. Ecology of *Gammarus lacustris* Sars (Crustacea: Amphipoda) in Transbaikalian water bodies // Biology bulletin. V. 34. № 2. P. 148-155. DOI: 10.1134/S1062359007020070.
- Mezenova O.Ya. 2023. Biopotential of secondary chitin-containing raw material and its rational uses // Izvestia KSTU. № 69. P. 74-88. DOI: 10.46845/1997-3071-2023-69-74-88. (In Russ.).
- Podkorytova A.V., Strokov N.G., Semikova N.V., Litvinenko A.I., Kozlov O.V. 2010. Gammarus – a promising source of biologically active substances // Rybprom: technologies and equipment for processing aquatic bioresources. № 4. P. 60-63. (In Russ.).
- Takhteev V.V., Karnaukhov D.Y., Govorukhina E.B., Misharin A.S. 2019. Diel vertical migrations of hydrobionts in the coastal area of Lake Baikal // Inland Water Biology. V. 12. № 2. P. 178-189. DOI: 10.1134/S1995082919020147.
- Tolomeyev A.P., Zadereev E.S., Degermendzhy A.G. 2006. Fine stratified distribution of *Gammarus lacustris* Sars (Crustacea: Amphipoda) in the pelagic zone of the

- meromictic Lake Shira (Khakassia, Russia) // Doklady Biochemistry and Biophysics. V. 411. № 1. P. 346-348. DOI: 10.1134/S1607672906060068.
- Frenkel S.E., Mititello A.V., Kutsanov K.V., Gerasimov A.G., Razova L.F. 2024. Methodological approaches to calculating the recommended catch of gammarids *Gammarus lacustris* (G.O. Sars, 1864) in inland waters // Fisheries. № 6. P. 54-62. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-6-54-62. (In Russ.).
- Burlakova L.E., Karatayev A.Y., Mehler K., Hincley E.K. 2023. Exploring Great Lakes benthoscapes: can we visually delineate hypoxic habitats? // Hydrobiologia. V. 850. P. 1331-1353. DOI: 10.1007/s10750-022-04821-z
- Harlioğlu M.M., Farhadi A. 2018. Importance of *Gammarus* in aquaculture // Aquaculture International. V. 26. P. 1327-1338. DOI: 10.1007/s10499-018-0287-6
- Karatayev A.Y., Mehler K., Burlakova L.E., Hincley E.K., Warren G.J. 2018. Benthic video image analysis facilitates monitoring of *Dreissena* populations across spatial scales // Journal of Great Lakes Research. V. 44. Iss. 4. P. 629-638. DOI: 10.1016/j.jglr.2018.05.003

Поступила в редакцию 22.08.2025 г.  
Принята после рецензий 25.09.2017 г.