

УДК 551.465

ОБЗОРНАЯ ТЕЛЕВИЗИОННАЯ КАМЕРА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗООПЛАНКТОНА В ВОДОЕМАХ

Оленин А.Л.

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук, Москва,
e-mail: olenin.al@ocean.ru*

Целью описанного в статье исследования явилась экспериментальная проверка эффективности использования камеры обзорного видеонаблюдения при быстром обследовании водоема на предмет поиска мезозoopланктона и общая визуальная оценка подводной растительности в прибрежной области и на дне. Автор спроектировал и изготовил макет обзорной погружаемой телевизионной камеры на основе созданной ранее камеры для подводно-технических работ. Камера состоит из рамы, бокса телевизионной камеры, светодиодного светильника, гибкого грузонесущего кабеля, внешнего аккумуляторного блока и ноутбука. Для обеспечения различных ракурсов съемки бокс камеры и светильник объединены в единый модуль, который может быть установлен внутри рамы как вертикально, так и горизонтально. Испытания камеры проведены в Киргизской Республике на высокогорных озерах Иссык-Куль, Чатыр-Кель, Сон-Кель, Тузкель. Особенность этих озер заключается в сравнительно холодном климате с повышенной высокогорной солнечной инсоляцией. Работы выполнялись с резиновой лодки. Съемки на Иссык-Куле проводились на северной стороне озера. Обнаружены скопления мезозoopланктона в вечернее время в придонной области среди подводной растительности. Также отмечено большое количество частиц минерального осадконакопления на растениях и поверхности дна. На озере Чатыр-Коль отмечены многочисленные пресноводные креветки. Применение обзорной телевизионной камеры оказалось очень эффективным при предварительных исследованиях высокогорных озер и показало необходимость их дальнейшего детального экспедиционного изучения. Сложные условия высокогорного климата позволяют эффективно отрабатывать и выявлять слабые места новой экспедиционной измерительной аппаратуры, которая может использоваться в дальнейшем, например в арктических условиях.

Ключевые слова: мезозoopланктон, телевизионная камера, бентос, Иссык-Куль, грузонесущий кабель, высокогорное озеро

Работа выполнена в рамках государственного задания ИО РАН тема №FMWE-2024-0024 («Методы и средства океанологических наблюдений для исследования природных и техногенных подводных объектов и экологии в гидросфере: разработка технологий многопараметрического сканирования подводных сред и объектов автономными и привязными зондами и профилографами»).

SURVEY TELEVISION CAMERA FOR RESEARCH OF ZOOPLANKTON IN RESERVOIRS

Olenin A.L.

*Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences, Moscow,
e-mail: olenin.al@ocean.ru*

The purpose of the study described in the article was to experimentally verify the effectiveness of using a surveillance camera during a rapid survey of a reservoir for the search for mesozooplankton and a general visual assessment of underwater vegetation in the coastal area and on the bottom. The author designed and manufactured a mock-up of an overview submersible television camera based on a previously created camera for underwater technical work. The camera consists of a frame, a TV camera box, an LED lamp, a flexible load-carrying cable, an external battery pack and a laptop. To provide different shooting angles, the camera box and the lamp are combined into a single module that can be installed inside the frame both vertically and horizontally. The camera was tested in the Kyrgyz Republic on the high-altitude lakes Issyk-Kul, Chatyr-Kel, Son-Kel, Tuzkel. The peculiarity of these lakes is in a relatively cold climate with increased high-altitude solar insolation. The work was carried out from a rubber boat. Filming on Issyk-Kul was carried out on the northern side of the lake. Clusters of mesozooplankton were found in the evening in the bottom area among underwater vegetation. A large number of particles of mineral sedimentation on plants and the bottom surface were also noted. Numerous freshwater shrimps have been recorded on Chatyr-Kol Lake. The use of an overview television camera proved to be very effective in preliminary studies of high-altitude lakes and showed the need for further detailed expeditionary study. The difficult conditions of the high-altitude climate make it possible to effectively work out and identify weaknesses of the new expeditionary measuring equipment, which can be used in the future, for example, in Arctic conditions.

Keywords: mesozooplankton, television camera, benthos, Issyk-Kul, cargo-carrying cable, alpine lake

The work was carried out within the framework of the state assignment of the Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, topic No. FMWE-2024-0024 (“Methods and means of oceanographic observations for the study of natural and man-made underwater objects and ecology in the hydrosphere: development of technologies for multiparameter scanning of underwater environments and objects with autonomous and tethered probes and profilers”).

Введение

На водоемах, морях и озёрах, где выполняются регулярные экспедиционные мониторинговые съемки, зоопланктонные исследования традиционно предваряются вертикальным зондированием STD-зондами, датчиками растворенного кислорода и флуориметрами [1-3]. На основе полученных профилей температуры, плотности, кислорода и флуоресценции делаются предположения о слоях возможного нахождения планктона и прицельный его пробоотбор. При выполнении поисковых работ по регистрации мезозоопланктона в ранее не обследованных труднодоступных горных водоемах большое время тратится на предварительный поиск областей его нахождения в водной толще. Автором было принято решение для экспресс-мониторинга мезозоопланктона в описанных выше труднодоступных водоемах использовать погружаемую обзорную телевизионную камеру. Такая камера, кроме того, даёт и традиционную общую информацию о подводной обстановке, растительности, икhtiофауне и бентосе. При этом камера позволяет выполнять бесконтактные исследования, когда не нарушается, в частности, слой донных осадков. Это не нарушает их структуру и не создает облаков мутности. Предполагалось использование камеры с борта небольшой лодки с передачей видеосигнала по гибкому грузонесущему кабелю с кевларовым силовым элементом. Видеоданные выводятся на экран ноутбука исследователя, находящегося на борту лодки.

Цель исследования – изучить возможности применения различного поискового оборудования для проведения экспедиционных работ на водоемах. Поставлена задача экспериментальной проверки эффективности использования камеры обзорного видеонаблюдения при быстром обследовании водоема на предмет обнаружения мезозоопланктона и общей визуальной оценки подводной растительности в прибрежной области и на дне, отработка методики использования камеры.

Материал и методы исследования

В настоящее время для поиска различных объектов под водой успешно используется подводная видеоаппаратура [4; 5]. Автором был спроектирован и изготовлен макет обзорной погружаемой телевизионной камеры. В данном случае необходимо обеспечить минимальные гидродинамические воздействия в поле зрения для исключения нарушения сложившейся стратификации или взмучивания донных осадков, поэтому

необходима свободно опускаемая на кабеле камера без каких-либо винтовых движителей. За основу была взята созданная ранее телевизионная камера для подводно-технических работ. Рабочая глубина погружения камеры до 60 метров. Состав камеры:

- рама;
- бокс телевизионной камеры;
- светодиодный светильник;
- гибкий грузонесущий кабель;
- внешний аккумуляторный блок;
- ноутбук.

Бокс телевизионной камеры собран на основе готового модуля в полиацеталевом прочном корпусе, 3D-модель показана на рисунке 1. Использовано проверенное решение с толстым плоским иллюминатором, уплотняемым торцевым резиновым кольцом круглого сечения.

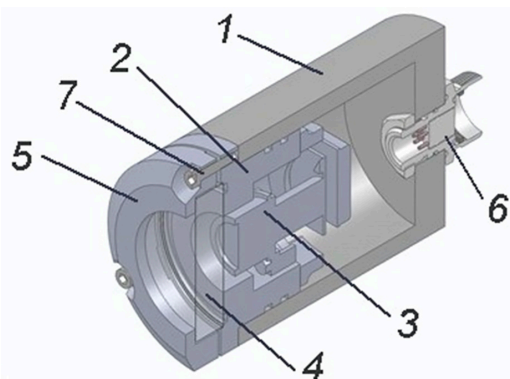


Рис. 1. Общий вид бокса телевизионной камеры: 1 – прочный корпус; 2 – фланец; 3 – модуль телевизионной камеры 5MP; 4 – иллюминатор; 5 – крышка; 6 – герморазъём; 7 – винт; жгуты электропроводов условно не показаны

В боксе использован готовый встраиваемый модуль камеры с цветной матрицей разрешением 5 мегапикселей. Видеопоток в формате H264 транслируется по интерфейсу Ethernet. Фокусировка задается через Ethernet с помощью программного обеспечения на рабочем месте оператора.

Передача видеоданных осуществляется через гибкий грузонесущий многожильный кабель-трос с кевларовым несущим центральным шнуром и полиуретановой оболочкой с продольной гелевой герметизацией. По спецификации длина физического канала передачи данных Fast Ethernet, реализованного в камере, не превышает 100 метров. Применён кабель длиной 40 м. Большого не требовалось по условиям обследуемых водоемов, а лишний кабель – это нежелательный для условий горной экспедиции вес.

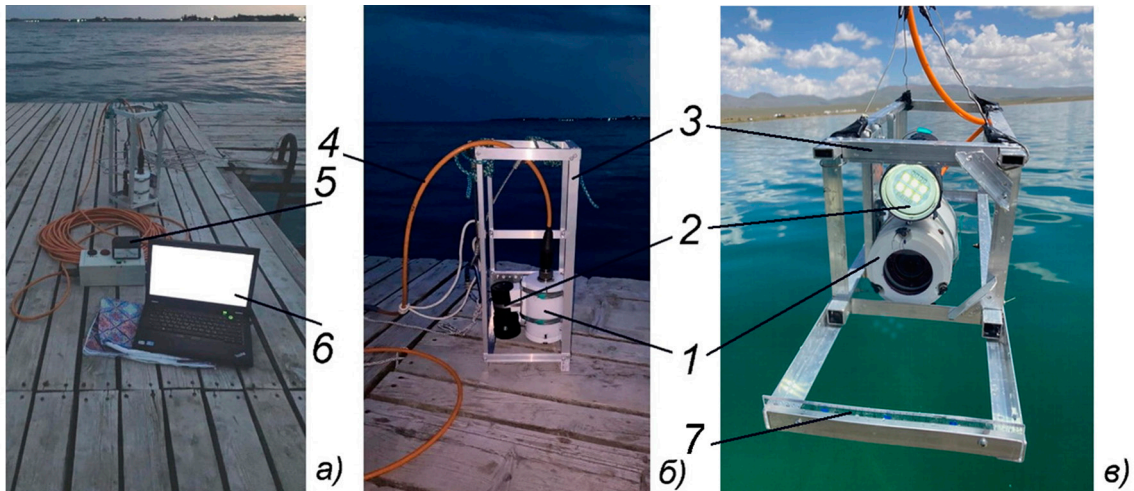


Рис. 2. Общий вид погружаемой обзорной телевизионной камеры: а) комплект для испытаний; б) вариант для обзора вниз; в) вариант для обзора вбок; 1 – бокс телевизионной камеры; 2 – светодиодный светильник; 3 – рама; 4 – гибкий грузонесущий кабель; 5 – внешний аккумуляторный блок; 6 – рабочее место оператора; 7 – измерительная линейка

Электропитание бокса телевизионной камеры осуществляется по отдельным жилам кабеля-троса от внешнего аккумуляторного блока. При этом применено повышение напряжения аккумулятора DC/DC-преобразователем в аккумуляторном блоке с 12 до 34 В, затем, после кабеля-троса, уже в боксе, применено понижение напряжения для питания модуля камеры до 12 В. Сделано это из-за ограниченной токовой нагрузки жил используемого кабеля, обусловленной малым сечением токоведущих жил кабеля-троса, и возможного во время работы модуля камеры кратковременного увеличения электропотребления.

Видеоданные проходят транзитом через внешний аккумуляторный блок и по патчкорду поступают на ноутбук оператора, где установлено программное обеспечение камеры. Оно позволяет вести онлайн-видеонаблюдение с регулировкой фокуса, а также запись видеофайлов и фотографий.

Система освещения реализована в макетном варианте в виде жестко закрепляемого на боксе камеры мощного подводного аккумуляторного светодиодного светильника с суммарной мощностью светодиодных элементов в 30 Вт. Управление светильником ручное с помощью расположенных на его корпусе герметичных кнопок. С их помощью светильник включается и ступенчато регулируется по мощности. Время непрерывной работы на максимальной мощности составляет около 40 минут.

Конструктивно бокс камеры и светильник объединены в единый модуль, который может быть установлен внутри рамы

как вертикально, так и горизонтально. Это необходимо для обеспечения различных ракурсов съемки.

Общий вид обзорной телевизионной камеры представлен на рисунке 2. На раму 3 установлены бокс телевизионной камеры 1 и светодиодный светильник 2. В поле зрения камеры на раме может быть установлена измерительная линейка 7, используемая для прямых контактных измерений донных объектов или подводной растительности. Сигналы от бокса телевизионной камеры 1 поступают по кабелю-тросу 4 через внешний аккумуляторный блок 5 на ноутбук оператора 6, на экран которого выводится изображение. Рама 3 позволяет как вертикальную, так и горизонтальную установку.

Результаты исследования и их обсуждение

Испытания камеры выполнены в Киргизской Республике на озере Иссык-Куль, и в дальнейшем камера использована для работ на труднодоступных высокогорных озёрах. Это озера Иссык-Куль, Чатыр-Кель, Сон-Кель, Тузкель. За исключением Иссык-Куля, озера остаются до сих пор малоизученными, тем более с применением современного оборудования. Их особенностью является расположение на высотах от 1600 до 3600 м над уровнем моря в областях со сравнительно холодным климатом, но при повышенной высокогорной инсоляции. Работы выполнялись с резиновой лодки, глубины съёмки от 1,5 до 25 метров. Съёмки на Иссык-Куле представлены на рисунке 3.



Рис. 3. Скопление мезозoopланктона в придонной области озера Иссык-Куль

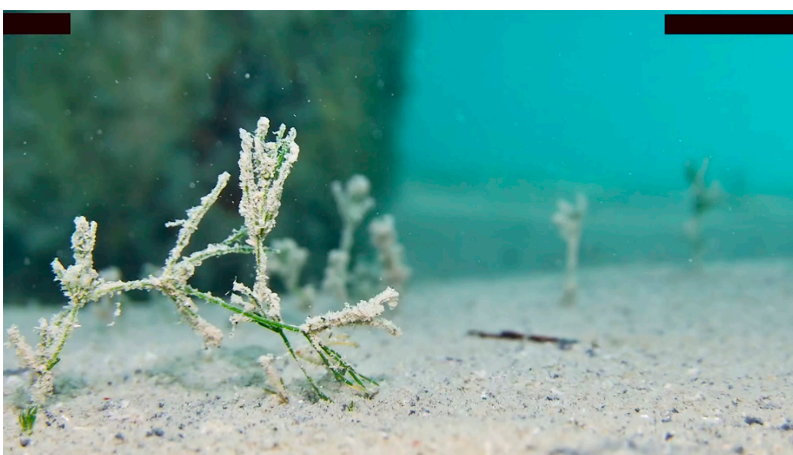


Рис. 4. Частицы осадконакопления на дне озера Иссык-Куль

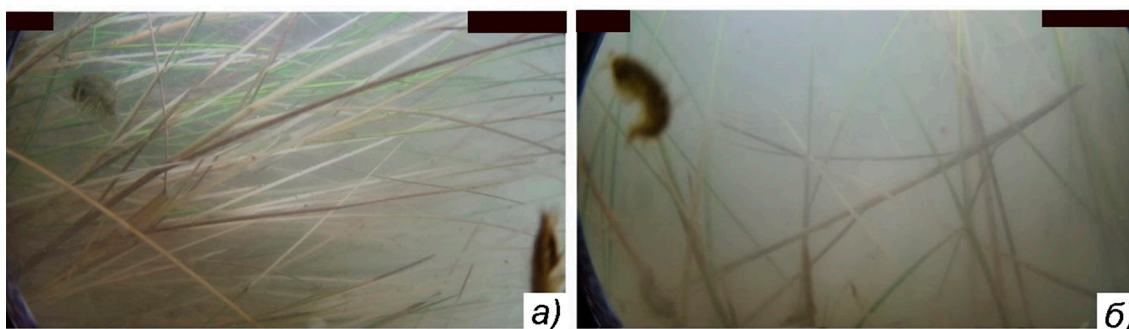


Рис. 5. Пресноводные креветки озера Чатыр-Коль

Телевизионная камера установлена в вертикальное положение для обзора вниз. Обнаружены скопления мезозoopланктона в вечернее время на глубинах до 4 м среди подводной растительности. Было выполнено несколько погружений в различных точках.

Съемки проводились на северной стороне озера в окрестностях г. Чолпон-Ата. Кроме того, было выполнено обзорное видеонаблюдение в прибрежной зоне до глубин 6 м (рис. 4). Отмечено большое количество частиц минерального осадконакопления на растениях и поверхности дна, что под-

сказывает необходимость проведения дополнительных исследований по регистрации взвеси.

На рис. 5 представлены примеры съёмки обзорной камерой на озере Чатыр-Коль, расположенном на высоте 3600 м. Из-за жестких временных ограничений была обследована небольшая часть озера с проведением съёмки до глубины всего около 1,5 метра. Ветровое волнение делало воду достаточно мутной, тем не менее удалось выполнить успешную предварительную съёмку, представленную на рисунке 5. Были отмечены многочисленные пресноводные креветки, необходимы их дальнейшие исследования.

Заключение

Применение обзорной телевизионной камеры оказалось очень эффективным при предварительных исследованиях высокогорных озёр, обнаружены различные виды мезозoopланктона, что диктует необходимость его дальнейшего детального экспедиционного изучения. Сложные условия высокогорного климата, а именно большие перепады температуры, разреженность воз-

духа, повышенная солнечная радиация, тяжелые условия транспортировки оборудования, позволяют весьма эффективно обрабатывать и выявлять слабые места новой измерительной аппаратуры, которая в дальнейшем может использоваться, например при проведении экспедиционных работ в арктических условиях.

Список литературы

1. Смирнов Г.В., Еремеев В.Н., Агеев М.Д., Коротаев Г.К., Ястребов В.С., Мотыжев С.В. Океанология. Средства и методы океанологических исследований. М.: Наука, 2005. 795 с.
2. Левашов Д.Е. Инструментальные методы оценки кормовой базы рыбных скоплений на основе оптических принципов измерений // Труды ВНИРО. 2014. Т. 152. С. 57-72.
3. Оленин А.Л., Бадюков И.Д., Коровчинский Н.М., Аистов Е.А. Видеосистема для мониторинга зоопланктона и частиц взвеси // Труды ВНИРО. 2021. Т. 184. С. 149-158. DOI: 10.36038/2307-3497-2021-184-149-158.
4. Розман Б.Я., Римский-Корсаков Н.А. Аппаратурные комплексы для дистанционных наблюдений в гидросфере // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 11-2. С. 276-280. DOI: 10.17513/mjrfi.12013.
5. Волков В.Г., Гиндин П.Д., Карпов В.В., Кузнецов С.А., Сеник Б.Н. Подводные дроны и телевизионные камеры для них // Контенант. 2023. Т. 22, № 2. С. 26-60.