

# Новый фитоинкубатор с регулированием температуры и освещенности для мониторинга экологических параметров водных экосистем

**С.А. Мошаров**, доцент, канд. биол. наук<sup>1,2</sup>

**С.В. Гонтарев**, старший научный сотрудник, канд. техн. наук<sup>1</sup>

**М.Н. Корсак**, доцент, канд. биол. наук<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук

<sup>2</sup> Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

e-mail: mosharov@ocean.ru

## Ключевые слова:

фотосинтез,  
фитопланктон,  
инкубатор,  
водные экосистемы,  
мониторинг водных экосистем.

*В морских экологических экспедициях при определении скорости образования органического вещества в процессе фотосинтеза (величин первичной продукции) исследователи сталкиваются с необходимостью создать особые условия для экспозиции проб воды с фитопланктоном, отобранных на разных станциях и глубинах, на большом расстоянии друг от друга и с разными значениями температуры и освещенности. В настоящее время для измерения первичной продукции во всей зоне фотосинтеза морских экосистем, которая имеет протяженность несколько десятков метров, пользуются стандартными методами инкубирования проб воды с фитопланктоном в условиях постоянных температур и освещенности, значительно отличающихся от горизонтов, где были взяты исследуемые пробы. Такая методика принята в качестве основной в международных экологических и мониторинговых программах (HELCOM, SCOR и др.) и основана на инкубации проб воды при искусственном освещении в контролируемых температурных условиях. Несоответствие световых и температурных условий в точке отбора пробы и в эксперименте может приводить к искажению при оценке первичной продукции и определении световой зависимости. Корректное определение величины первичной продукции на разных глубинах зоны фотосинтеза с разными значениями температуры и освещенности требует создания условий для экспозиции проб воды с фитопланктоном, наиболее приближенных к естественным.*

*В статье описывается новый фитоинкубатор для инкубации пробы воды при измерении первичной продукции, состоящий из свето- и теплоизолированных ячеек с системой индивидуального регулирования температуры и освещенности в каждой ячейке. Инкубация разных проб с фитопланктоном осуществляется в различных стабилизированных условиях по температуре и освещенности постоянным световым потоком, устанавливаемыми для каждой ячейки отдельно. Значения освещенности и температуры могут выбираться любые из заданного диапазона величин. Подобная установка позволяет задать «сетку» параметров по температуре, освещенности и длительности экспонирования и получать прогностические оценки первичной продукции при изменении внешних условий.*

*На разработанный инкубатор получен патент на изобретение №2547685 «Инкубатор и способ инкубации проб воды». Данный тип фитоинкубатора может быть использован для проведения различных экологических экспериментов с природными популяциями планктонных организмов в лабораторных условиях.*

## 1. Введение

Для определения важнейшего экологического параметра водных экосистем — скорости образования органического вещества в ходе фотосинтеза, или первичной продукции — необходимо выполнять экспериментальные работы с пробами воды, содержащими природный фитопланктон. В настоящее время при измерении скорости образования органического вещества в процессе фотосинтеза, или первичной продукции, наиболее часто используют стандартные инкубаторы. При этом пробы воды с фитопланктоном, отобранные с различных глубин, инкубируются при постоянных условиях температуры и освещенности, значительно отличающихся от тех, при которых происходил отбор проб. Между тем корректное определение величин первичной продукции на разных глубинах зоны фотосинтеза с разными значениями температуры и освещенности требует создания условий для экспозиции проб воды с фитопланктоном, наиболее приближенных к естественным условиям.

В ходе морских экологических экспедиций при определении величин первичной продукции исследователи сталкиваются с необходимостью создания особых условий для экспозиции проб воды с фитопланктоном, отобранных на разных станциях и глубинах, на большом расстоянии друг от друга и с разными значениями температуры и освещенности. При проведении экспериментальных работ с фитопланктоном, например экотоксикологических исследований устойчивости к загрязняющим веществам, также требуется инкубация большого количества проб при заданных условиях температуры и освещенности. Все это требует применение фитоинкубатора с индивидуальным регулированием температуры и освещенности для каждой пробы.

## 2. Область применения фитоинкубатора

Измерение первичной продукции фитопланктона в морских или пресноводных экосистемах проводится чаще всего с помощью двух скляночных методов: кислородного и радиоуглеродного [1, 2, 3]. Оба метода основаны на экспонировании проб воды с фитопланктоном в течение 4–6 ч на свету и последующем определении изменений в пробах или количества кислорода (кислородный метод) или радиоактивности изотопа углерода  $^{14}\text{C}$  (радиоуглеродный метод). Основными факторами среды, значения которых во время экспозиции должны быть максимально приближены к природным значениям, являются уровень освещенности и температура воды.

В кислородном методе исследуемая проба воды с фитопланктоном разливается в несколько прозрачных «светлых» и «темных» склянок (флаконов), в ко-

торых определяют исходное содержание кислорода, затем пробы экспонируют при заданной температуре и освещенности. После окончания экспозиции в склянках определяют содержание кислорода и по разности концентраций в «светлых» и «темных» флаконах рассчитывают величину первичной продукции органического вещества в единицах выделившегося кислорода за определенное время.

В радиоуглеродном методе исследуемая проба воды с фитопланктоном разливается, как правило, в три флакона, в которые добавляется известное количество изотопа углерода  $^{14}\text{C}$  (в виде  $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ ) [1]. Флаконы инкубируют при заданной температуре и освещенности (два «светлых» — при освещении и один «темный» — в темноте). После инкубации содержимое флаконов фильтруют через мембранные фильтры, задерживающие клетки фитопланктона с ассимилированным  $^{14}\text{C}$  в виде новообразованного органического вещества. Затем определяют радиоактивность фитопланктона, собранного на фильтре, и рассчитывают величину первичной продукции за время инкубации.

В настоящее время для измерения первичной продукции во всей зоне фотосинтеза морских экосистем, которая имеет протяженность несколько десятков метров, пользуются стандартными методами инкубирования проб воды с фитопланктоном, в условиях постоянных температур и освещенности, значительно отличающихся от горизонтов, где были взяты исследуемые пробы. Такая методика принята в качестве основной в международных экологических и мониторинговых программах (HELCOM, SCOR и др.) и основана на инкубации проб воды при искусственном освещении в контролируемых температурных условиях [4]. Методы оценки первичной продукции также используются при проведении работ по контролю качества поверхностных вод суши по гидробиологическим показателям и регламентируются документом «Р 52.24.309-2004 Рекомендации. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Росгидромета».

В условиях проведения современных комплексных экологических исследований, при быстром переходе судна из одного географического района в другой с отличающимися физико-химическими условиями возникает необходимость одновременной инкубации большого количества проб при различных значениях температуры и освещенности. При этом хранение проб недопустимо в связи с быстрыми биохимическими изменениями, происходящими в условиях ограниченного объема исследуемой воды.

Рассмотрим часто используемые схемы отбора проб воды с фитопланктоном и способы их инкуби-

рования при определении величин первичной продукции. В случае гомотермии в зоне фотосинтеза предполагается равномерное распределение фитопланктона, вследствие перемешивания водной толщи. Пробы воды при этом отбирают с поверхности (глубина 2–3 м) и из слоя хлорофильного максимума. Однако, если в зоне фотосинтеза существует несколько слоев с малым градиентом температуры, то пробы воды необходимо отбирать одновременно с нескольких глубин с разными уровнями освещенности и температуры и инкубировать их при искусственном освещении, одинаковой температуре и уровнях освещенности, имитирующих световые условия на различных глубинах.

В настоящее время для экспериментальных определений первичной продукции в полевых условиях (на судне) часто используют и «палубные инкубаторы» с периодической или постоянной сменой заборной воды для поддержания природного уровня температуры и при естественном солнечном освещении [2, 3, 5]. Подобная методика экспонирования проб воды с фитопланктоном имеет ряд существенных недостатков, обуславливающих невысокую точность и воспроизводимость получаемых результатов, что связано с изменчивостью световых условий в течение дня и температуры заборной воды при сильном перемешивании или при движении судна. Кроме того, существуют ограничения по времени суток, так как инкубация проб воды с фитопланктоном возможна только в светлое время суток, что значительно снижает количество возможных измерений первичной продукции за определенный период.

Самый главный недостаток «палубных инкубаторов» связан с использованием заборной воды из поверхностного горизонта для термостатирования проб, находящихся в инкубаторе. Применение заборной воды для охлаждения инкубируемых проб не позволяет получать достоверные результаты при измерении первичной продукции для водных горизонтов ниже поверхностного слоя, где температура воды в большинстве случаев более низкая. Помимо сказанного, при проведении морских экспедиционных комплексных экологических исследований, спецификой которых является постоянное перемещение судна на большие расстояния, происходят быстрые и неконтролируемые изменения основных факторов водной среды — освещенности и температуры.

За рубежом для измерения первичной продукции в экспедиционных экологических исследованиях обычно используют опытные или малосерийные инкубаторы различной конструкции с существенными ограничениями по контролю параметров инкубации — например, ICES Incubator, HELCOM) [4]. Так,

рекомендованный ICES — Международным Советом морских исследований — стандартный инкубатор применяется во всех исследованиях по определению первичной продукции, например в программе мониторинга Балтийского моря. Имитация световых условий на различных глубинах водной толщи отбора проб в инкубаторах осуществляется с помощью единого для всех проб источника света с использованием люминесцентных ламп и индивидуального затенения каждой пробы.

Серьезным недостатком инкубаторов данного типа является неравномерный световой поток в ячейках с исследуемыми пробами фитопланктона. Неравномерность светового поля при этом частично компенсируется вращением образцов. Различные уровни освещенности для отдельных проб устанавливаются с помощью нейтральных светофильтров с определенными дискретными грациями светопропускания, что не позволяет точно воспроизвести уровень освещенности на разных горизонтах отбора проб.

К недостаткам инкубаторов данного типа относятся также отсутствие возможности изменять температуру исследуемых проб воды с фитопланктоном, что существенно сужает воспроизводимый температурный диапазон и делает его зависимым от условий внешней среды. Так, система охлаждения исследуемых проб в рассматриваемых инкубаторах может поддерживать только единый уровень температуры для всего инкубатора — либо за счет прокачки воды из верхнего горизонта, в случае экспериментов на борту исследовательского судна, либо за счет использования специального охлаждающего оборудования воды, с циркуляцией воды через экспериментальный инкубатор с пробами. Во всех существующих инкубаторах для экспозиции серии проб воды с фитопланктоном, отобранных одновременно с разных горизонтов, используется одинаковая температура. Однако довольно часто пробы фитопланктона имеют разную температуру воды и инкубация этих проб происходит при температуре, отличной от природной. Таким образом, существенный недостаток при использовании инкубаторов данных типов в полевых экспедиционных условиях для определения скорости фотосинтеза фитопланктона на различных глубинах эвфотической зоны заключается в несоответствии световых и температурных условий в точке отбора пробы и в эксперименте, что может приводить к искажениям при оценке первичной продукции и определении световых зависимостей.

Для получения более корректной информации о распределении первичной продукции в зоне фотосинтеза необходимо каждую пробу инкубировать в точном соответствии с температурными и свето-

выми условиями в точке отбора пробы, так как существует длительная адаптация фитопланктона к температурным условиям и освещенности на разной глубине. Для экспонирования проб воды с фитопланктоном, адаптированным к разным глубинам и световым условиям, мы решили разработать компактный фитоинкубатор, в котором с необходимой точностью контролируются наиболее значимые факторы, определяющие уровень и динамику первичной продукции, и соответствие экспериментальных условий природным.

Целью разработки такого оборудования было обеспечить возможность создания индивидуальных условий инкубации каждого образца в лабораторных и полевых условиях. Поставленная цель была реализована таким образом, что одновременно может быть выполнена инкубация разных проб с фитопланктоном в различных стабилизированных условиях по температуре и освещенности постоянным световым потоком, устанавливаемым для каждой ячейки отдельно. Значения освещенности и температуры могут выбираться любые из заданного диапазона величин.

### 3. Устройство фитоинкубатора

Фитоинкубатор состоит из комплекта свето- и теплоизолированных ячеек, изготовленных из стального тонкостенного стакана с верхней крышкой и внешней теплоизоляцией из пенополистирола. Для каждой ячейки предусмотрена индивидуальная система управления (регулирования) для отдельной установки и стабилизации температуры и освещенности. Каждая ячейка представляет собой самостоятельное устройство, количество ячеек в инкубаторе может быть любым, в зависимости от программы и методики исследований и возможностей обеспечения энергопотребления. Объединение ячеек в многоячеечное устройство осуществляется параллельным подключением отдельных ячеек к общему источнику питания.

Устройство ячейки показано на рис. 1. Она содержит теплоизолированный от внешнего корпуса стакан, в который помещается флакон с пробой. Стакан выполнен из хорошо проводящего тепло материала (предпочтительно из нержавеющей стали) для создания равномерного поля температуры в пробе. В основании стакана располагается датчик температуры. Для обеспечения возможности проведения инкубирования при предельно малой освещенности корпус и крышка ячейки выполнены из светонепроницаемого материала. В нижней части стакана располагаются светодиод, обеспечивающий необходимый уровень освещения пробы, и устройство нагрева/охлаждения стакана и, соответственно, пробы. Между стаканом и внешним корпусом располагается теплоизоляция, вентилятор.

обеспечивающая стабильность температурных условий внутри ячейки при инкубации проб.

В качестве источника света используется мощный светодиод типа ХТ-Е (размер 3,5×3,5 мм, цвет холодный белый, 122 лм при 350 мА). Величина светового потока задается током через светодиод, что позволяет регулировать светодиод по световому потоку от 0 до максимальных значений. Светодиод обладает долговременной стабильностью параметров (цветовая температура и спектр излучения в заданном диапазоне) при эксплуатации. Воспроизводимость цветовой температуры и спектра излучения светодиода гарантированы фирмой-изготовителем, что обеспечивает идентичность условий освещения проб в разных ячейках при одинаковых начальных установках уровней световых потоков.

В качестве элемента нагрева/охлаждения ячейки выбран полупроводниковый микрохолодильник (термоэлектрический преобразователь — элемент Пельтье). Его достоинства — небольшие размеры, отсутствие каких-либо движущихся частей, а также газов и жидкостей в качестве теплоносителей. Кроме того, режим работы элемента Пельтье (нагрев или охлаждение пробы) изменяется простым переключением полярности подключения к источнику питания, что дает возможность поддерживать необходимую температуру пробы в течение инкубирования (термостатирова-

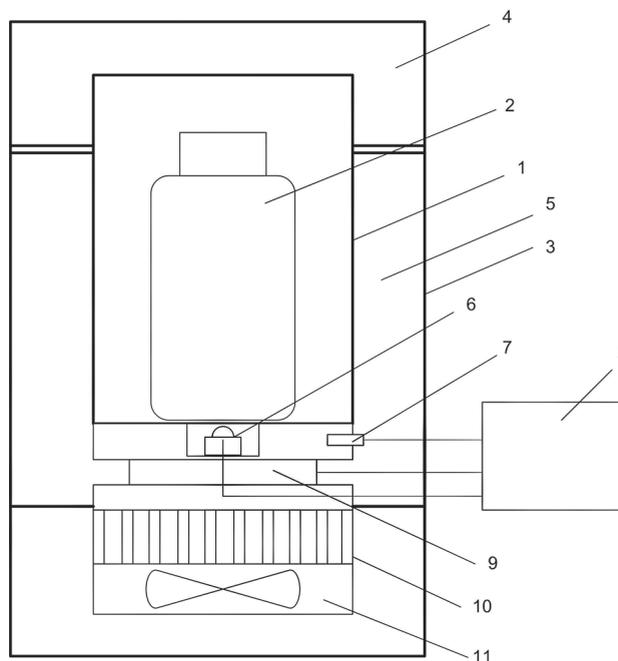


Рис. 1. Устройство ячейки фитоинкубатора с индивидуальной системой задания и регулирования температуры и освещенности: 1 — стакан, 2 — флакон с пробой, 3 — внешний корпус, 4 — крышка, 5 — теплоизоляция, 6 — светодиод, 7 — датчик температуры, 8 — устройство управления ячейкой, 9 — элемент Пельтье, 10 — радиатор, 11 — вентилятор.

ние) как ниже, так и выше температуры окружающей среды. Отвод тепла от элемента Пельтье осуществляется с помощью радиатора и вентилятора.

Для повышения стабильности излучения светодиода, а также для устранения нагрева образца теплом, выделяемым светодиодом, светодиод располагается непосредственно на термостатируемой площадке микрохолодильника. Регулирование светового потока осуществляется изменением величины тока на светодиоде с помощью переменного резистора.

#### 4. Принцип работы фитоинкубатора

В процессе измерения первичной продукции выдерживание проб производится в стандартных прозрачных емкостях, применяемых для инкубирования проб. Как уже было сказано, каждая ячейка имеет индивидуальную систему стабилизации температуры и освещенности, что обеспечивает во время экспозиции проб регулируемые и стабилизированные температуру и световой поток.

В устройстве управления ячейкой задаются необходимые уровни температуры и освещенности. Система стабилизации температуры включает датчик температуры, устройство управления, микрохолодильник (элемент Пельтье). Одна из сторон элемента Пельтье соприкасается с нижней поверхностью стакана, противоположная сторона — с поверхностью радиатора. Для увеличения тепловой производительности осуществляется обдув радиатора вентилятором. Температура внутреннего стакана измеряется с помощью датчика температуры. Полученная величина сравнивается в устройстве управления с величиной температуры, которую необходимо поддерживать. По результатам сравнения формируется сигнал на элемент Пельтье, переводящий его в режим нагрева или охлаждения, что компенсирует отклонение температуры от заданной величины.

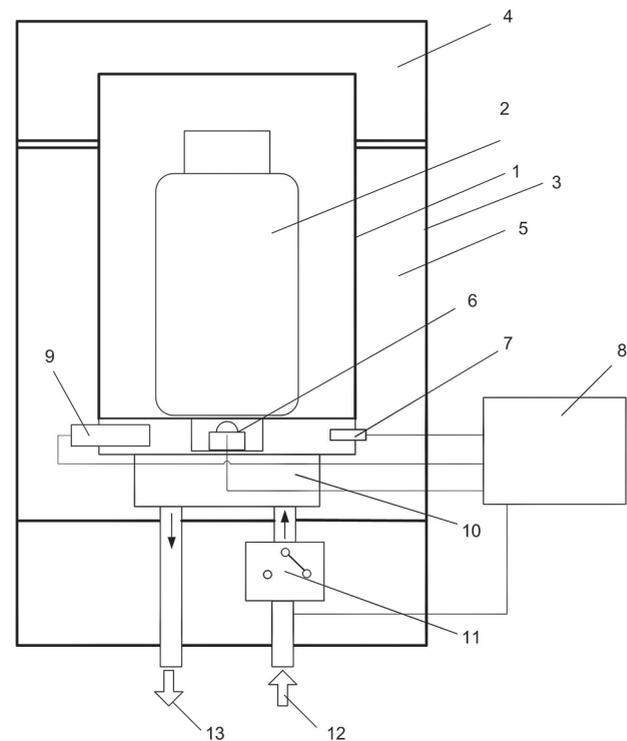
Система стабилизации освещенности включает светодиод и устройство управления. Уровень освещенности задается током, протекающим через светодиод. Интенсивность излучаемого света пропорциональна току накачки светодиода. Стабильность светового потока определяется стабильностью величины тока за счет использования генератора тока. Регулирование светового потока осуществляется изменением величины тока на светодиоде с помощью переменного резистора.

#### 5. Устройство фитоинкубатора с большим количеством ячеек

Ячейки с индивидуальным охлаждением с помощью элементов Пельтье предполагается применять в инкубаторах с малым количеством одновременно используемых ячеек, что связано с высоким

потреблением энергии элементами Пельтье. При необходимости выполнить измерение первичной продукции с одновременной экспозицией большого количества проб предпочтительнее (менее энергозатратно) использовать инкубатор с жидкостной системой охлаждения, единой для всего фитоинкубатора. В качестве охладителя применяется охладитель воды с терморегулирующим устройством (например, Hailea HC series chiller) и помпой для прокачивания охлаждающей жидкости (воды). Объединение ячеек в многоячеековое устройство осуществляется параллельным подключением отдельных ячеек к общему источнику питания и параллельным подключением отдельных ячеек к общей магистрали подачи и слива охлаждающей жидкости.

Возможная конструкция ячейки такого инкубатора представлена на рис. 2. Ячейка отличается системой стабилизации температуры. В ней отсутствуют элемент Пельтье, радиатор и вентилятор. Систему стабилизации температуры в данном варианте образуют датчик, система управления, нагреватель, водяной радиатор и управляемый электромагнитный клапан.



**Рис. 2.** Устройство ячейки фитоинкубатора с индивидуальным регулированием температуры и освещенности и общей для фитоинкубатора системой охлаждения: 1 — стакан, 2 — флакон с пробой, 3 — внешний корпус, 4 — крышка, 5 — теплоизоляция, 6 — светодиод, 7 — датчик температуры, 8 — устройство управления ячейкой, 9 — нагреватель, 10 — жидкостной радиатор, 11 — управляемый электромагнитный клапан, 12 — подача охлаждающей жидкости в ячейку, 13 — слив охлаждающей жидкости из ячейки.

Температура внутреннего стакана (температура пробы) измеряется датчиком температуры и сравнивается устройством управления с величиной температуры, которую необходимо поддерживать. В случае необходимости повысить температуру пробы выдается управляющий сигнал на нагреватель в каждой ячейке. В случае необходимости понизить температуру пробы выдается управляющий сигнал на электромагнитный клапан. Электромагнитный клапан открывается и пропускает поток охлаждающей жидкости в водяной радиатор, который охлаждает внутренний стакан и пробу. По достижении необходимой температуры система управления выключает электромагнитный клапан.

#### 6. Основные характеристики нового фитоинкубатора

- 1) Световой поток регулируется в диапазоне от полной темноты до освещенности, ингибирующей фотосинтез, для каждой пробы отдельно и стабилизируется в каждой ячейке с точностью не хуже 1%.
- 2) Стабильность спектрального состава светового потока обеспечивается во всем диапазоне регулирования освещенности.
- 3) Температура внутренней среды в каждой ячейке инкубатора задается в диапазоне от  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$  (в том числе нагрев до температуры выше комнатной) для каждой пробы отдельно.
- 4) Напряжение электропитания прибора 12 В позволяет использовать его в автономном полевом варианте, а также обеспечивает электробезопасность при работе с морской водой.
- 5) Возможна круглосуточная непрерывная работа фитоинкубатора.

#### 7. Оценка результатов тестовых измерений

Были проведены предварительные тестовые измерения первичной продукции фитопланктона при разных температурных установках. Проба воды была взята из природного водоема (Косинские озера, оз. Белое, г. Москва). В лаборатории проба была разделена на две подпробы, которые поместили в отдельные устройства, показанные на рис. 3. В одном из устройств была установлена температура места отбора проб ( $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), в другом — температура  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Световой поток в обоих устройствах был задан одинаковым —  $200\text{ мкмоль фотонов/м}^2\text{ сек}$ . По окончании экспозиции через 3 ч подпробы были проанали-

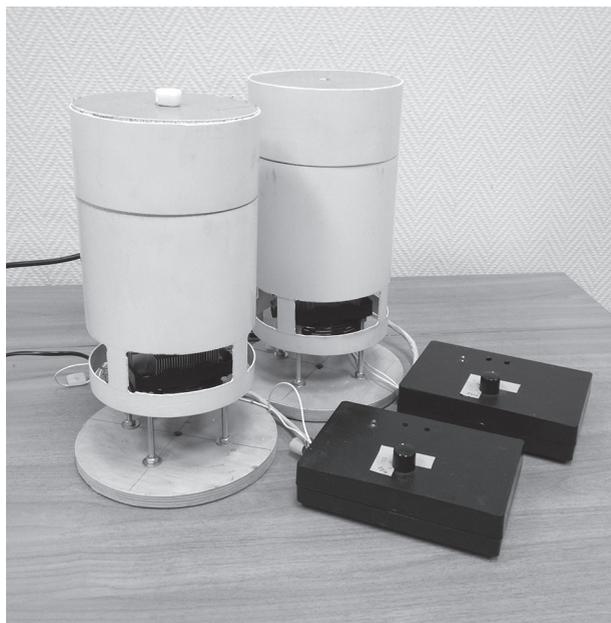


Рис. 3. Экспериментальные образцы ячеек нового фитоинкубатора с индивидуальным регулированием температуры и уровня освещенности

зированы по стандартной методике [1], определена скорость первичной продукции в каждом из опытов.

По результатам предварительных измерений получены достоверные различия в биологической продуктивности в разных условиях. Продуктивность подпробы при повышенной температуре была в 1,7 раза ниже, чем при исходной температуре.

За счет введения в устройство фитоинкубатора элементов задания и стабилизации температуры и освещенности для каждой ячейки достигается возможность индивидуальных условий инкубации каждого образца. Подобная установка позволяет задать «сетку» параметров по температуре, освещенности и длительности экспонирования и получать прогностические оценки первичной продукции при изменении внешних условий. Следует отметить, что данный тип фитоинкубатора может быть использован для проведения различных экологических экспериментов с природными популяциями планктонных организмов в лабораторных условиях.

На разработанный инкубатор получен патент на изобретение №2547685 «Инкубатор и способ инкубации проб воды».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Л.: Наука, 1974.
2. Корсак М.Н., Сорокин Ю.И. Первичная продукция и особенности ее образования // Экосистемы пелагиали Перуанского района. — М.: Наука, 1980. — С. 81–94.
3. Мошаров С.А., Серова Е.М., Корсак М.Н., Даллакян Г.А. Особенности токсического влияния меди на различные фитопланктонные сообщества Балтийского моря // Вестн. Моск. ун-та. Сер. Биология. 2009. № 3. С. 34–39.

4. Colijn F., Kraay G.W., Duin R.N.M., Tillman U., Veldhuis M.J.W. Design and tests of a novel P-I incubator to be used for measuring the phytoplankton primary production in ICES monitoring studies. Available at: [http://www.helcom.fi/groups/monas/CombineManual/AnnexesC/en\\_GB/annex5/#annex1Description](http://www.helcom.fi/groups/monas/CombineManual/AnnexesC/en_GB/annex5/#annex1Description).
5. Ведерников В.И., Гагарин В.И., Демидов А.Б., Буренков В.И., Стунжас П.А. Распределение первичной продукции и хлорофилла в субтропических и тропических водах Атлантического океана осенью 2002 г. // *Океанология*. 2007. Т. 47, № 3. С. 418–431.

## REFERENCES

1. Romanenko V.I., Kuznetsov S.I. *Ekologiya mikroorganizmov presnykh vodoyomov* [Ecology of microorganisms in freshwater], Leningrad, Nauka Publ., 1974.
2. Korsak M.N., Sorokin Yu.I. Primary production and feature of its formation. *Ekosistemy pelagiali Peruanskogo raiona* [Ecosystems of the pelagic zone in the Peruvian region]. Moscow, Nauka Publ., 1980, pp. 81–94. (in Russian)
3. Mosharov S.A., Serova E.M., Korsak M.N., Dallakyan G.A. Peculiarities of the Copper Toxic Effect on the Phytoplankton Communities of the Baltic Sea. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Biologiya* [Moscow University Biological Sciences Bulletin], 2009, I. 3, pp. 34–39. (in Russian)
4. Colijn F., Kraay G.W., Duin R.N.M., Tillman U., Veldhuis M.J.W. Design and tests of a novel P-I incubator to be used for measuring the phytoplankton primary production in ICES monitoring studies. Available at: [http://www.helcom.fi/groups/monas/CombineManual/AnnexesC/en\\_GB/annex5/#annex1Description](http://www.helcom.fi/groups/monas/CombineManual/AnnexesC/en_GB/annex5/#annex1Description)
5. Vedernikov V.I., Gagarin V.I., Demidov A.B., Burenkov V.I., Stunzhas P.A. Primary Production and Chlorophyll Distributions in the Subtropical and Tropical Waters of the Atlantic Ocean in the Autumn of 2002. *Oceanologia* [Oceanology], 2007, V. 47, I. 3, pp. 418–431.

## New Phyto-Incubator with Temperature and Illumination Adjustment for Water Ecosystems' Ecological Parameters Monitoring

**S.A. Mosharov**, Ph.D. in Biology, Associate Professor, P.P. Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences (IO RAS), Bauman Moscow State Technical University

**S.V. Gontarev**, Ph.D. of Engineering, Senior Researcher, P.P. Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences (IO RAS)

**M.N. Korsak**, Ph.D. in Biology, Associate Professor, Bauman Moscow State Technical University

*During sea ecological expeditions at determination of organic substance formation speed in the course of photosynthesis (sizes of primary production) researchers face need related to creation of special conditions for an exposition of containing the phytoplankton water samples which have been selected at different stations and depths, widely spaced and with different temperature and illumination values. Now for primary production measurement in all marine ecosystems' photosynthesis zone which has an extent equal to several tens of meters, the standard methods for incubation of containing the phytoplankton water samples in the conditions of constant temperatures and illumination, considerably different from those horizons, where the studied samples were taken, are used. Such a technique based on the water samples incubation at artificial lighting in controlled temperature conditions has been accepted as the main one in the international ecological and monitoring programs (HELCOM, SCOR, etc.). Discrepancy of light and temperature conditions in a sample selection point and in the experiment can lead to distortions at a primary production assessment and light dependences determination. Primary production sizes' correct determination at photosynthesis zone's different depths with different temperature and illumination values demands creation of the most approached to the natural conditions for the exposition of containing the phytoplankton water samples.*

*A new phyto-incubator for the water sample incubation at the primary production measurement is described in this paper. The phyto-incubator consists of light and thermo isolated cells with a system of temperature and illumination individual adjustment in each of the cells. The incubation of different samples containing the phytoplankton is carried out in various stabilized conditions on temperature and illumination by a constant light stream, established for each cell separately. Illumination and temperature values can be choose as any of the set range of sizes. Such installation allows to set a "grid" of parameters on temperature and illumination, on exhibiting duration, and to receive predictive estimates for primary production at the change of external conditions.*

*Invention patent No. 2547685 "Incubator and Approach for Water Samples Incubation" has been obtained on the developed incubator. This phyto-incubator type can be also used for various ecological experiments with natural populations of plankton organisms in laboratory conditions.*

**Keywords:** photosynthesis, phytoplankton, incubator, water ecosystems, water ecosystems monitoring.