

- phylogeographic patterns in European grayling, *Thymallus thymallus*, Salmonidae // *Heredity* – 2002. – V.88. – P.391–401.
7. Koskinen M.T., Ranta E., Piironen J., Veselov A., Titov S., Haugen T.O., Nilsson J., Carlstein M., Primmer C.R. Genetic lineages and postglacial colonization of grayling (*Thymallus thymallus*, Salmonidae) in Europe, as revealed by mitochondrial DNA analyses// *Molecular Ecology* – 2000. – V.9. – P.1609–1624.
 8. Weiss S., Knizhin I., Kirillov A., Froufe E. Phenotypic and genetic differentiation of two major phylogeographical lineages of arctic grayling *Thymallus arcticus* in the Lena River, and surrounding Arctic drainages// *Biological Journal of the Linnean Society* – 2006. – V.88 – P.511–525.
 9. Weiss S., Persat H., Eppe R., Schlötterer C., Uiblein F. Complex patterns of colonization and refugia revealed for European grayling *Thymallus thymallus*, based on complete sequencing of the mitochondrial DNA control region// *Molecular Ecology* – 2002. – V.11. – P.1393–1407.

Темников Д.А. ©

К.б.н., доцент, декан факультета повышения квалификации,
Казанский (Приволжский) федеральный университет
руководитель проектной группы «CFK (service, consulting & engineering)»

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗ АКРИЛА ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ И РАЗВЕДЕНИЯ МОРСКИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

Аннотация

В статье обсуждаются вопросы разработки конструкций для культивирования кораллов и других морских беспозвоночных, предлагаются инновационные решения по моделированию приспособлений для содержания и разведения морских беспозвоночных в искусственных условиях.

Ключевые слова: размножение кораллов, полка для фрагов, акрил.
Keywords: coral propagation, frag rack, acryl.

Сегодня в области планетарной биологии и экологии остро встает вопрос сохранения коралловых рифов. Специализированные фирмы Юго-Восточной Азии, Океании, Австралии, Америки и других регионов, богатых подводной жизнью, в огромных количествах отлавливают и экспортируют по всему миру морских гидробионтов, многие из которых погибают уже в процессе транспортировки, а подавляющее большинство – в первый год после вылова, так и не успев дать потомство. Все это приводит к уменьшению биологического разнообразия на рифе и, как следствие, к нарушению естественных пищевых цепей, разрушению биологической инфраструктуры природных сообществ. Чтобы облегчить вылов животных, рифы зачастую просто взрывают [1, 2], и лишь немногие компании-экспортеры живого товара задумываются о необходимости сохранения рифа и предпринимают шаги для возобновления популяций беспозвоночных животных, организуя подводные коралловые фермы в естественной среде (например, ферма Шеранган на Бали [3]).

С другой стороны современные технологии любительской и коммерческой аквариумистики к настоящему времени достигли значительного развития, что позволяет успешно содержать, а главное, размножать (культивировать) многие виды беспозвоночных, прежде всего кораллов, актиний и т.д. в искусственных условиях [4, 5].

Обязательным условием для разведения кораллов является использование специализированных материалов и приспособлений для размещения в аквариуме так называемых «фрагов» – частей материнского коралла или колонии, получаемых методом физического разделения [6]. При этом данные приспособления должны решать одновременно несколько задач: надежно фиксировать молодой коралл, правильно ориентировать его относительно течения, источника света, обеспечивать доступность потомства кораллов для кормления и, при необходимости, легкость перемещения флага в другое место. Традиционно для изготовления таких конструкций используется органическое стекло (плексиглас или акрил). Этот материал не растворим в воде, достаточно прочен и пластичен, прост в обработке, устойчив к воздействию морской воды и в долгосрочной перспективе практически не выделяет токсичных

© Темников Д.А., 2016 г.

веществ. В связи с этим основная задача, которую необходимо решать при разработке приспособлений для разведения кораллов, это создание практичных и эффективных конструкций из акрила, которые облегчили бы содержание и разведение морских беспозвоночных в рамках домашнего аквариума или коралловой фермы.

В данной статье мы приводим примеры разработанных нами конструкций для содержания и размножения морских беспозвоночных, которые прошли успешную апробацию на специализированных центральных российских электронных площадках [7, 8] и получили положительные отзывы любителей и специалистов в области морской аквариумистики. Результаты работы периодически публикуются также на международной электронной площадке <http://www.youtube.com> [9]. Коммерческое использование разработок и материалов запрещено. При некоммерческом использовании необходимо сделать ссылку.

С точки зрения стандартных применяемых технических и биологических критериев, конструкции для культивирования кораллов можно условно разделить на несколько групп (табл.1)

Таблица 1

Характеристики приспособлений для культивирования морских беспозвоночных

№	Критерий	Характеристика конструкции
Технические критерии		
1	Расположение конструкции в аквасистеме	Угловое Линейное Свободное
2	Способ крепления (установки) конструкции	Подвес Стойка
3	Область применения конструкции	Ноно-, миниакуариум или самп (до 150 л) Стандартный дисплейный аквариум (до 800 л) Коралловая ферма (фраговик)
4	Возможность комбинирования конструкций друг с другом для получения иного качества	Возможно Невозможно
Биологические критерии		
5	Состав культивируемых гидробионтов (с точки зрения биологической совместимости и потребностей)	Смешанный Однородный
6	Способ крепления животного к субстрату	Самостоятельное закрепление Закрепление с помощью клея (цемента и т.п.)
7	Размер культивируемых беспозвоночных	Малый Крупный Переменный (например, для актиний, дискосом или родактисов)

В соответствии с перечисленными выше критериями, нами разработаны конструкции, которые были объединены в модельные линейки. Важной особенностью всех наших экспериментальных разработок является то, что все модели проектируются и выполняются из цельного листа акрила без склеек (только путем загиба, надрезов и вырезов отверстий). Это делает конструкцию более прочной и экологичной.

Первая линейка «Классика» представлена группой моделей навесных полок и является традиционным решением для открытых морских систем. Очевидный плюс моделей «Классика» – надежность крепления. Полка надежно прилегает к стеклу, что обеспечивает ее четкое вертикальное вывешивание и соответственно горизонтальное положение поверхности с лунками. При этом толщина аквариумного стекла может колебаться в широких пределах. Полка выполнена из прозрачного оргстекла (акрила специализированной марки) толщиной 2-3 мм без острых углов и, с одной стороны смотрится в воде очень воздушно и почти незаметно, а с другой стороны, особенности конструкции обеспечивают прочность и долговечность полки, позволяют ей нести на себе значительный вес без угрозы обрушения. Полку очень удобно чистить и перемещать в любую нужную позицию даже не замочив рук. Инновационным здесь является предложенное нами расположение лунок на несущей поверхности полок,

что делает возможным одновременное размещение керамических плашек различного диаметра – от 18 до 40 мм. Это очень удобно, т.к. позволяет использовать для закрепления и выращивания кораллов плашки разных размеров. При этом диаметр отверстия под ножку плашки (12-13 мм) выполнен с учетом наиболее распространенных размеров ножек, что обеспечивает не только удобство погружения ножки в лунку с помощью длинного пинцета, не вынимая полку, но и надежное удерживание плашки на отведенном ей месте. Особая конструкция подвеса обеспечивает широкие возможности в комбинировании полок этой и других линеек друг с другом, а также обеспечивает интенсивную циркуляцию воды вокруг каждого фрага (рис. 1).

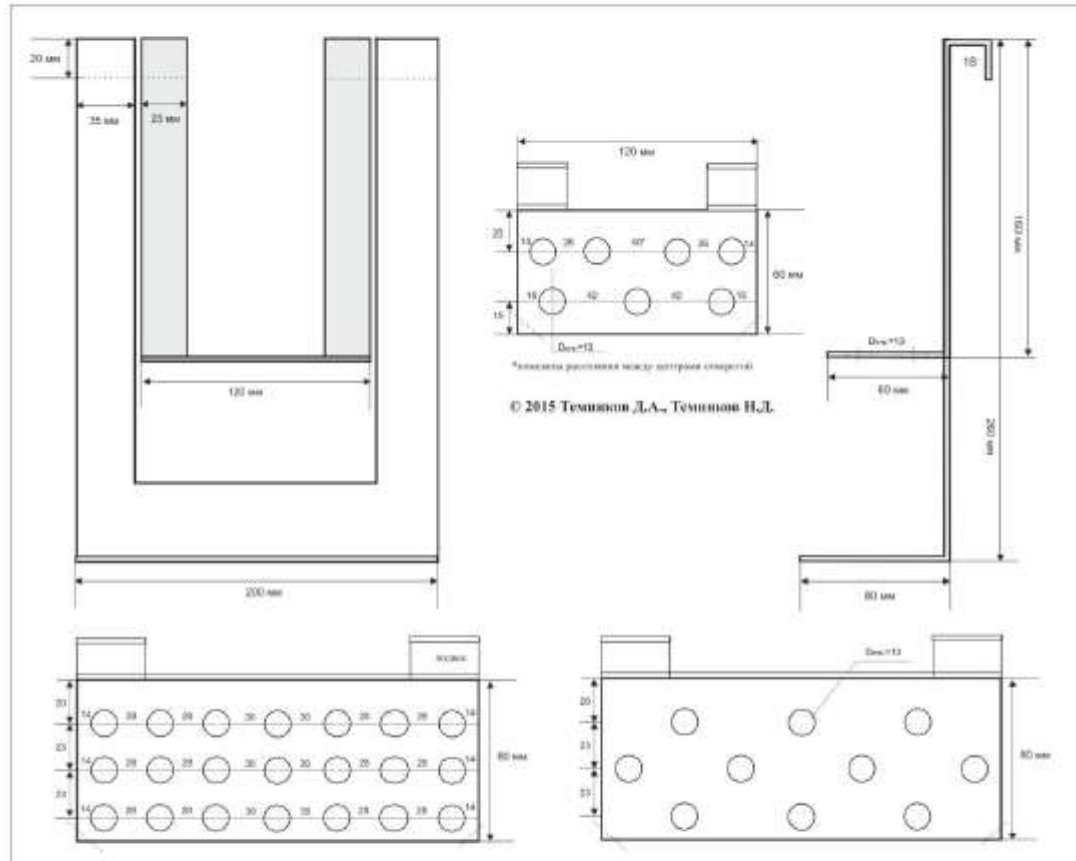


Рис. 1. Подвесные полки для культивирования мелких и средних фрагов мелкополиповых кораллов (sps) на керамических плашках. Примечание. На всех схемах имеет значение только соотношение линейных размеров, но не их абсолютные величины.

В ряде случаев при использовании открытых аквариумных систем для экономии места в резервуаре удобно занимать неостребованное пространство в углах аквариума. Для этого нашей проектной группой подготовлены угловые модели навесных полок. При разработке этой линейки были приняты в расчет следующие соображения. Дело в том, что в прямоугольных или кубических системах при работе перемешивающих помп, углы являются центром возникновения турбулентных завихрений. При этом традиционные угловые конструкции полок для кораллов становятся местом концентрации детрита, так как силы потока воды не хватает для свободного вымывания продуктов жизнедеятельности. В разработанных нами моделях (рис. 2) внутренний угол полки скошен. Это создает условия для эффективного обтекания всех плашек с кораллами (даже тех, которые стоят глубоко в углу). При этом полка всегда остается чистой, т.к. не происходит накопления детрита. Особенности крепления полки делают ее универсальной для аквариумов различных производителей, как с прямыми, так и со скругленными углами.

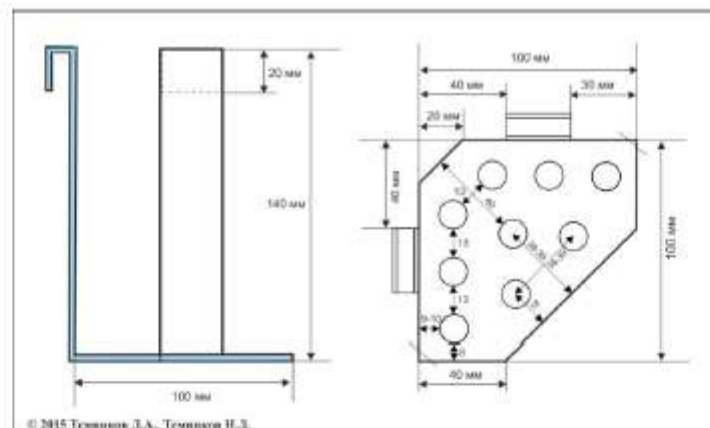


Рис. 2. Расположение лунок и строение подвеса угловой одноярусной полки «Классика Плюс 9».

Разработанная нами угловая полка «Классика-Плюс 26» имеет 2 уровня (рис. 3). Верхний уровень выполнен в форме балконов. Это с одной стороны облегчает доступ к кораллам нижнего яруса, а с другой – значительно увеличивает ее вместительность.

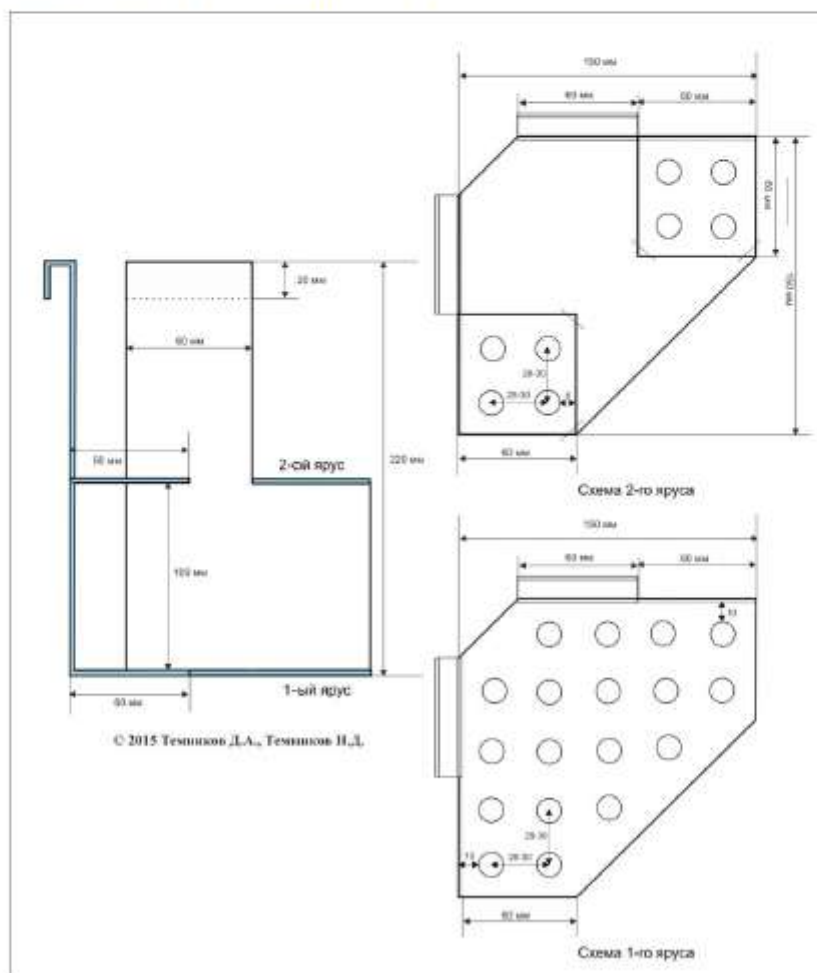


Рис. 3. Конструкция ярусов полки «Классика Плюс 26».

Полки модельной линейки «Классика» разработаны для размножения и выращивания фрагментов мелкополиповых кораллов (sps). Но они не подходят для содержания крупнополиповых кораллов (lps), мягких кораллов, коралломорфов, актиний и других животных, прикрепляющихся к субстрату самостоятельно и занимающих при этом значительно больше пространства. Для этих целей разработана линейка полок «Лито». Особенностью полок этой линейки является то, что помещенные внутрь животные не вымываются течением и могут естественным путем прикрепиться к субстрату, который насыпается на дно полки. В этом случае, для закрепления на субстрате, не нужно использовать традиционные у аквариумистов иголки или клей. Все эти методы являются травматичными для мягких кораллов и полипов и могут привести к длительному периоду восстановления после травмы ткани. В качестве субстрата может быть использована крупная фракция коралловой крошки или мелкие живые камни, а также керамические кольца, трубки или шары. Полка имеет отверстия в основании и между вертикальными стенками, которые обеспечивают циркуляцию воды сквозь субстрат и не дают накапливаться детриту (Рис. 4, а). Одной из наиболее перспективных моделей этой линейки мы считаем двухъярусную комбинированную навесную полку «Лито-Даблдекер» (Рис. 4, б). Эта полка имеет верхний ярус для выращивания мелких фрагментов sps-кораллов на шести плашках. Нижний ярус представляет собой конструкцию в форме поддона, аналогичную для всех полок этой линейки. Верхний ярус полки имитирует навес коралловой стенки на рифе, создающий естественную атмосферу комфортной полутени для коралломорфов и актиний, что обеспечивает этой модели чрезвычайно широкие возможности для применения. Интересно, что аналогов данной конструкции в аквариумном животноводстве ранее описано не было.

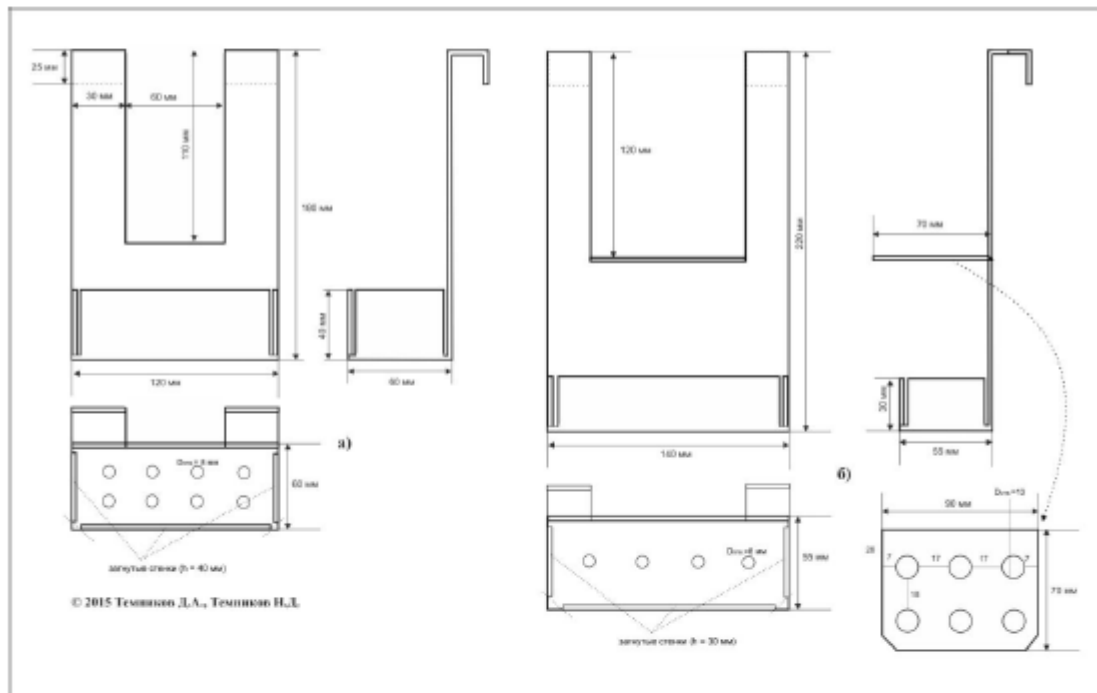


Рис. 4. Подвесные полки модельной линейки «Лито»: Лито-3 (4, а) и Лито-Даблдекер (4, б).

Подавляющее большинство любительских и коммерческих аквариумных систем «под ключ» до настоящего времени использует закрытую модель. Морские аквариумы с верхней крышкой, конечно менее удобны в эксплуатации, так как существует постоянная опасность перегрева системы, засоряется солями осветительное оборудование, затрудняется газообмен, возникают другие технические проблемы. Тем не менее, многие аквариумисты продолжают использовать закрытые конструкции и содержать в них морских гидробионтов. Для таких систем мы разработали стойки и постаменты, которые могут быть использованы как в системах с песчаным или коралловым грунтом, так и в набирающих сегодня популярность, системах без грунта.

Первой моделью для закрытых аквариумов стал постамент «Подиум» (рис. 5). Возможность погружения его опор в любой тип грунта на глубину до 4-5 см обеспечивает отличную фиксацию постамента и максимально приближает sps-кораллы, закрепленные на плашках, к грунту. Его можно использовать также для содержания и размножения коралломорфов. Нужно просто перевернуть конструкцию и насыпать внутрь коралловую крошку, керамические кольца или шары. При этом животные не будут расползаться от точки культивирования, что часто является очень большой проблемой, учитывая наличие у них стрекательных клеток и желез. Полка имеет отверстия в основании и между вертикальными стенками, так что течение внутри конструкции будет обеспечено.

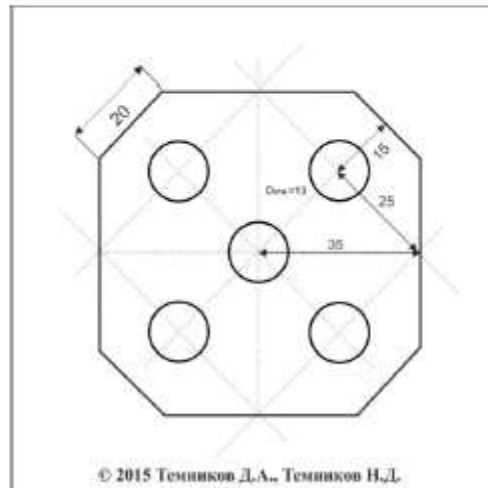


Рис. 5. Конструкция постамента для закрытых систем «Подиум» (вид сверху).

Конструкция постамента «Пьедестал» (рис. 6) предоставляет возможность распределить кораллы по высоте в зависимости от их потребности в силе водного потока, освещенности и питании. Ступени постамента полностью омываются течением и не имеют «слепых» зон.

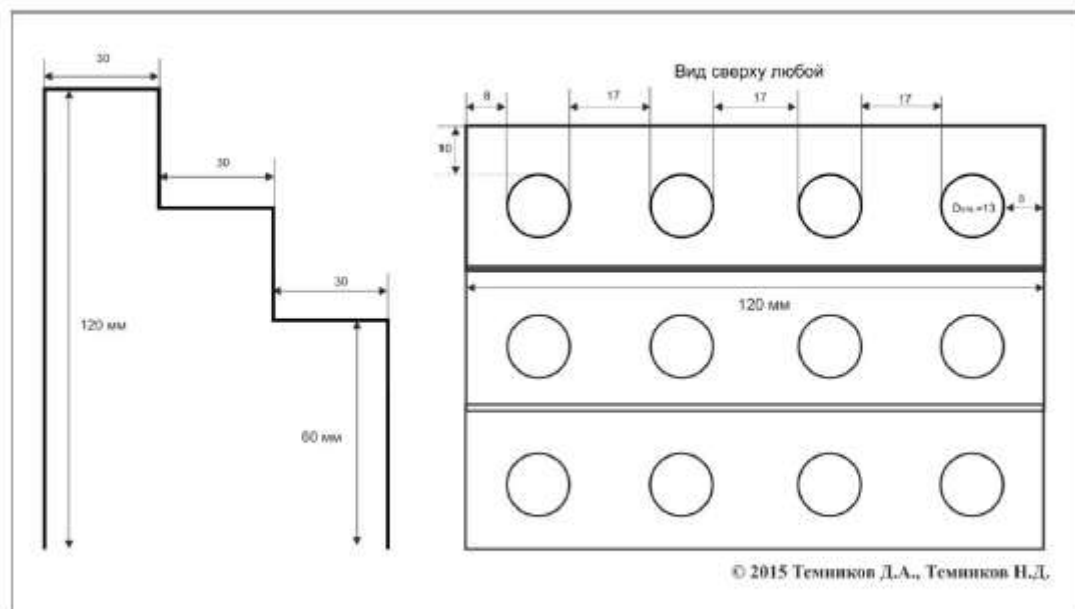


Рис. 6. Конструкция постамента «Пьедестал». Вид сбоку (слева) и вид сверху (справа).

Одним из способов решения вопроса сохранения коралловых рифов является организация локальных ферм по размножению кораллов с целью удовлетворения потребностей региональных рынков. Однако строительство отдельной коралловой фермы – предприятие чрезвычайно ресурсоемкое, и оно вряд ли под силу обычному аквариумисту. В этой связи актуальной становится задача организации коралловой мини-фермы в пределах уже существующей у любителя или профессионала аквариумной инфраструктуры. Для закрытых и открытых аквариумных систем нами были предложены универсальные конструкции мини-ферм для разведения морских беспозвоночных, в частности sps- и lps-кораллов, как наиболее востребованных на рынке рифообразующих беспозвоночных. Навесная полка «Ферма-Макси 38» имеет три уровня (рис. 7). Конструктивно эта полка решена так, что занимая мало места, может нести на себе значительный вес, который равномерно распределен среди всех уровней полки. Для обеспечения эффективного обтекания всех кораллов водным потоком и для получения ими достаточного количества света верхние полки имеют меньшую глубину по сравнению с нижней. Верхний ярус полки находится почти у самой поверхности, а нижний – значительно глубже. Это позволяет создать оптимальные условия для кораллов с различными требованиями к течению и освещенности.

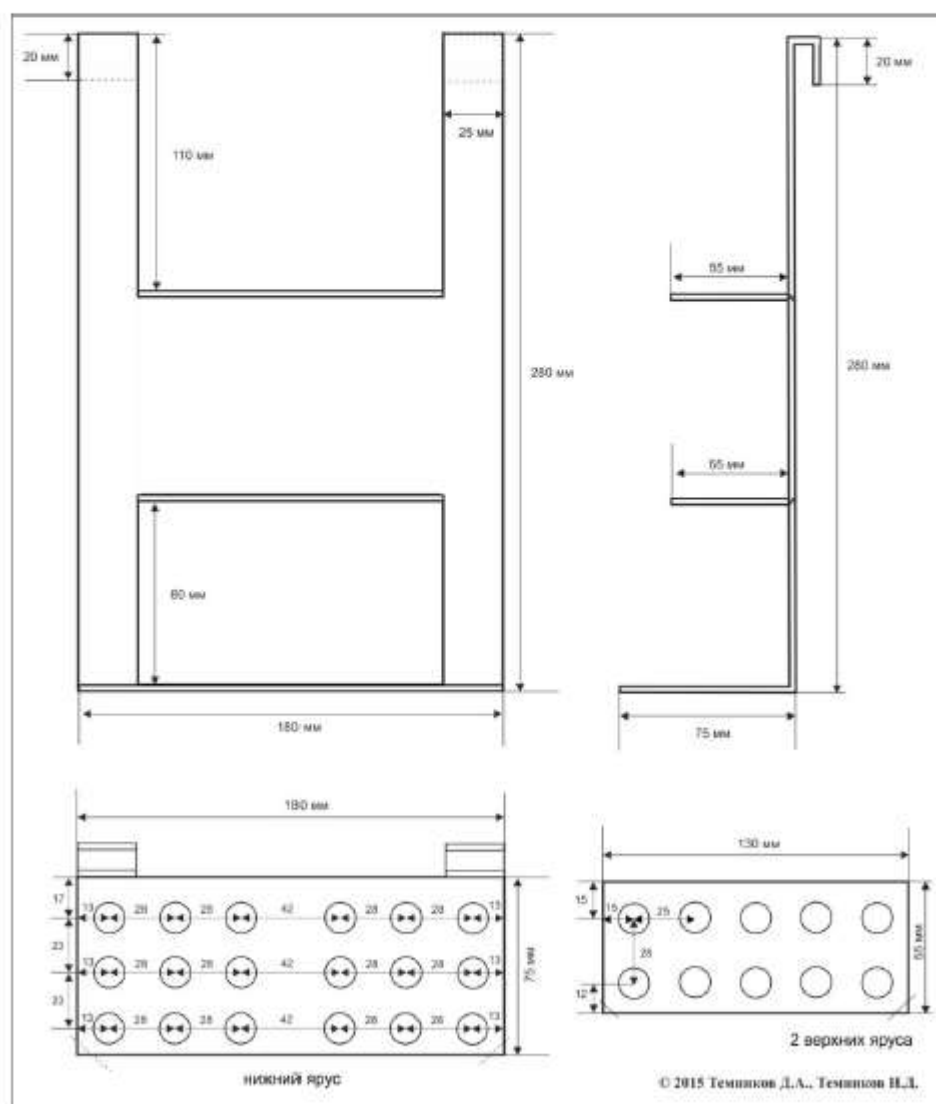


Рис. 7. Конструкция мини-фермы «Ферма-Макси 38» для открытых резервуаров.

Другая модель – «Стойка-Макс 40» (рис. 8) – предназначена для закрытых систем. Она имеет опоры, которые разогнуты у основания под углом в 45 градусов. Чем больше стойка загружена, тем тверже она стоит на опорах. Важно отметить, что конструкция стойки обеспечивает эффективную циркуляцию воды между всеми лунками и может использоваться в аквариумах без грунта.

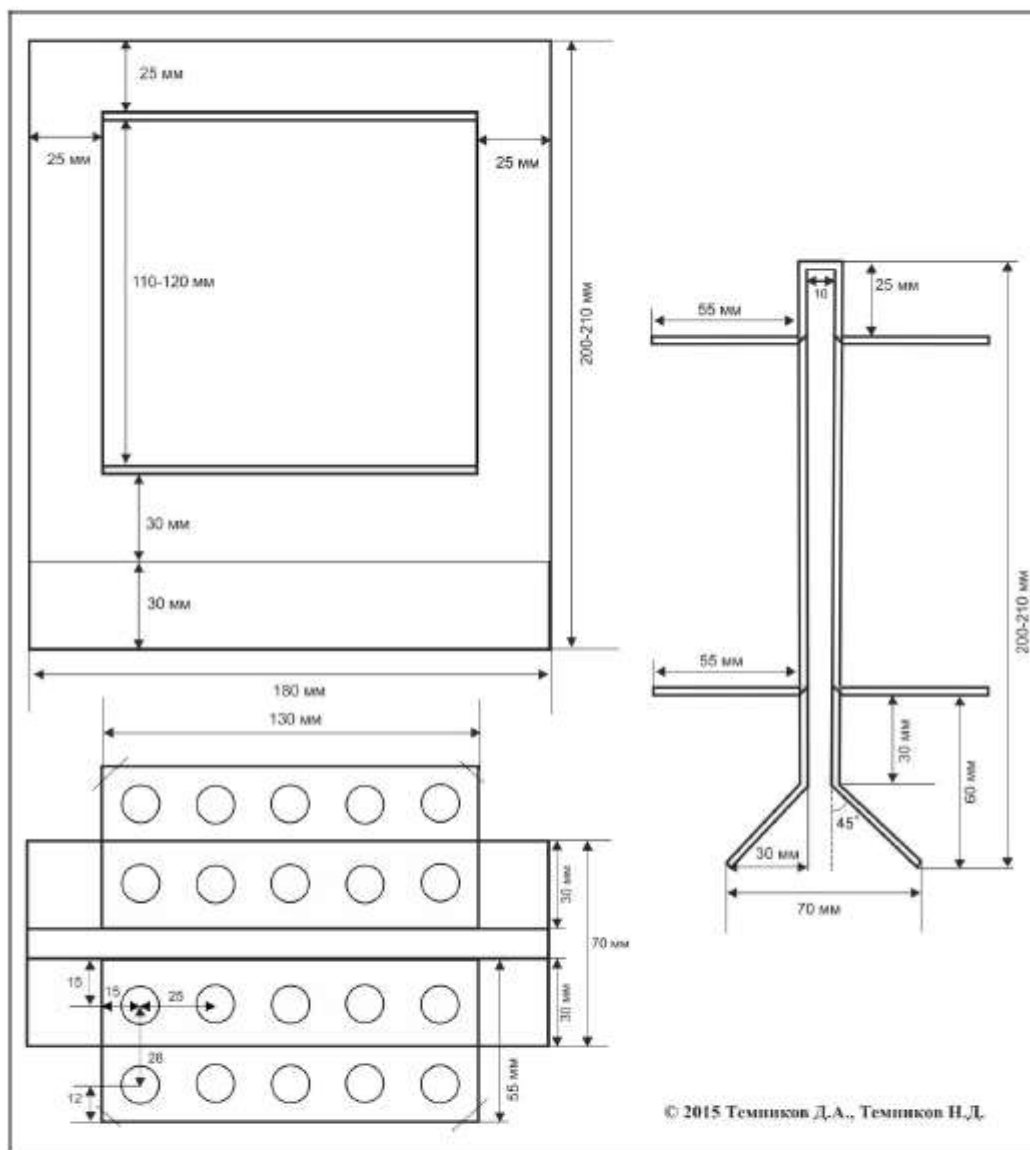


Рис. 8. Конструкция мини-фермы «Стойка-Макс 40» для закрытых систем.

Результаты данных исследований и экспериментальные конструкции были впервые представлены 30 марта 2015 года на электронной площадке <http://zoasfan.ru/>. За прошедший год они были успешно апробированы, найдены очередные инновационные решения, разработаны прототипы новых интересных моделей, о которых мы расскажем в следующих публикациях.

Литература

1. Bryant et al. Reefs at risk // WRI. Washington DC, 1998 [электронный ресурс]. – Режим доступа: rijytenetu.opx.pl
2. John B. Virata // Dynamite Fishing Continues Unabated in the Mentawais, Indonesia. Practice efficiently destroys coral reef ecosystems [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fishchannel.com/fish-news/2013/01/28/>

3. Nicole Helgason // Reefbuilders Indonesia Travelogue – How corals get from Farm to Tank [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://reefbuilders.com/2016/01/22/>.
4. Shimek Ronald L. Marine Invertebrates: 500+ essential-to-know aquarium species / Microcosm-T.F.H. Publ., 2004. – 450 p.
5. Paletta, Michael S. The New Marine Aquarium: step-by-step setup & stocking guide / Microcosm-T.F.H. Publ., 2009. – 145 p.
6. Calfo A.R. Book of Coral propagation: reef gardening for aquarists/A reading trees publ. 2009. – v.1 – second edition. – 400 p.
7. Морской форум АкваЛого [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://seaforum.aqualogo.ru/>
8. Морской форум Zoasfan [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://forum.zoasfan.ru/topic/72-polki-dlia-zoasov-i-korallov/>
9. Канал «Морской аквариум в Казани» [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.youtube.com/channel/UCM8zUAhgOqn79MXBO5LxOfw>.