

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
“АЗОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА”  
(ФГБНУ «АЗНИИРХ»)**



**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АКВАКУЛЬТУРЫ  
В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД**

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**Г. РОСТОВ-НА-ДОНУ**

**28.09–02.10.2015 Г.**

**Ростов-на-Дону  
2015**

и типов синоптических процессов над Восточной Азией за 1949-1984 гг. Владивосток: ДВНИИ, 1985. 60 с.

8. Фомин М.Г. Местные генетические типы погоды по югу Дальнего Востока для теплого полугодия / Справочное пособие. Владивосток: ДВНИГМИ, 1980. 156 с.

9. Чирков Ю.И., Пестерева Н.М. Использование ресурсов климата и погоды в рисоводстве. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 160 с.

10. The American Ephemeris for the 20th Century 1990-2000 at Midnight // Revised edition by Neil F. Michelsen. San Diego, California, 1983. 307 p.

11. Mori K. Seasonal variation in physiological activity of scallops under culture in the coastal waters, of Sanriku district, Japan, and a physiological approach of a possible cause of their mass mortality // Bull. of the Mar. Biol. Stat. of Asamushi, 1975. Vol. 15. № 2. P. 59-79.

## THE ANALYSIS OF ABIOTIC FACTORS IN FORECASTING YIELD OF MARINE FARMS IN THE NORTHWESTERN PART OF THE JAPAN/EAST SEA

L.A. Gayko

*V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Baltiyskaya St., 43, Vladivostok, 690041, Russia, gayko@yandex.ru*

In the marine farms the shellfish grown extensive method (in a natural environment) and their productivity is very dependent on the influence of environmental factors, especially temperature. We investigate the influence of climate change on the livelihoods of hydrobionts. The yield of mollusks on marine farms is closely dependent on the influence of environmental factors. In this paper the analysis of environmental factors, the influence of which must be considered when predicting the yield of mollusks in marine farms.

УДК 551.464

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ МАРИХОЗЯЙСТВ (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Л.А. Гайко

*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, г. Владивосток, Россия, gayko@yandex.ru*

На морских фермах выращивание моллюсков производится экстенсивным способом, т.е. в природной среде, их урожайность очень зависит от влияния факторов внешней среды, особенно температуры. В данной работе исследуется влияние изменения климата на жизнедеятельность гидробионтов.

В связи с глобальным изменением климата на современном этапе представляет большой интерес оценка этого влияния на жизнедеятельность гидробионтов, в данном случае, на объект марикультуры – приморский гребешок *Mizuhopecten yessoensis* (Jay), так как только в марихозяйствах имеется непрерывный ряд наблюдений над биологическими объектами. На юге Приморья гребешок выращивают экстенсивным методом, т.е. в естественной среде, поэтому хозяйства находятся в большой зависимости от факторов среды. Температура воды является фактором, значение которого неизменно велико на любой стадии развития моллюсков.

В работе использовались данные о температуре воды на гидрометеорологической станции (ГМС) Посыет за период 1970-2012 гг. (из архива Приморского управления гидрометслужбы) и данные наблюдений над гребешком в хозяйствах марикультуры в бух. Миносок, зал. Посыета за период с 1970 по 2012 г. (из-за экономической ситуации в стране нет данных наблюдений с 1991 по 1995 г.). Для количественной оценки осевшего спата был введен термин «урожайность» – плотность осевшего на коллекторы спата гребешка, выраженное в экз./м<sup>2</sup>. Для выявления тренда во временном ходе параметров использовался регрессионный анализ, для выявления тесноты связи между параметрами – корреляционный. За критерий на 5% уровне значимости для длительности рядов в 43 года принят коэффициент корреляции  $r_{кр} \geq 0,30$  (или  $R^2 \geq 0,090$ ).

По расчетным данным за последние 80 лет на побережье зал. Петра Великого температура воды выросла в среднем на 0,4°C, а воздуха – на 1,7°C, а в зал. Посыета – на 0,6°C и на 1,3°C соответственно. Из графика аномалий (рис. 1) видно, что до 1988 г. в Посыете наблюдаются и поло-

жительные, и отрицательные аномалии температуры воздуха и в большей степени отрицательные аномалии температуры воды, а с 1989 г. наблюдаются практически только положительные аномалии температуры, что подтверждается мировыми исследованиями [3].

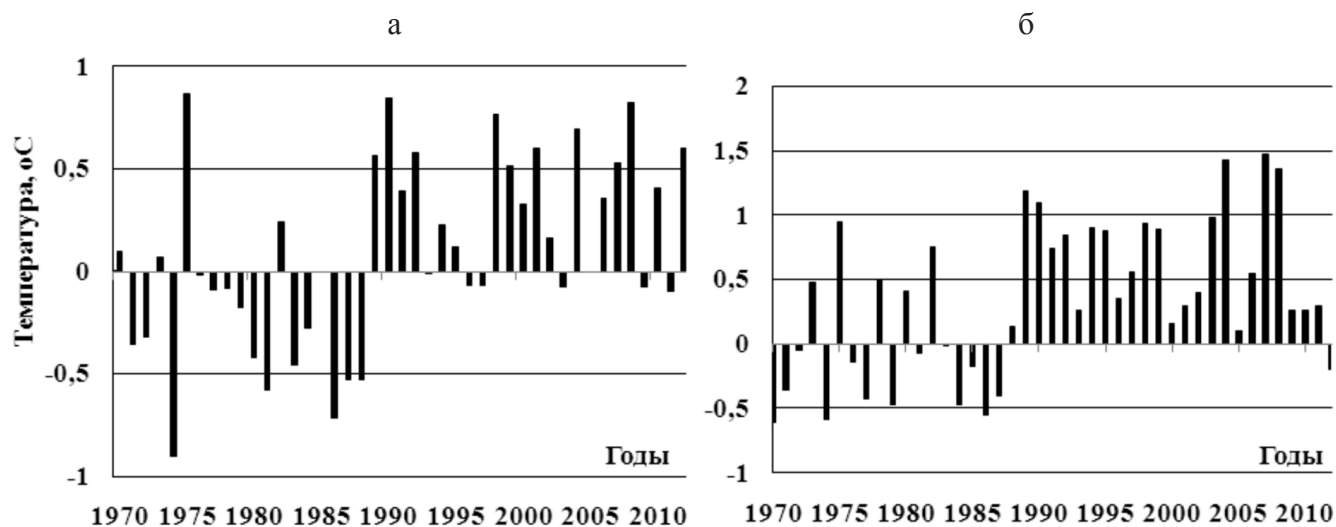


Рисунок 1. Отклонения от среднего многолетнего значения среднегодовой температуры воды (а) и воздуха (б) на ГМС Посьет

Для оценки влияния климатических изменений на развитие моллюсков на основании данных наблюдений было выделено четыре важных периода в годовом жизненном цикле приморского гребешка:

I период – преднерестовый (от даты устойчивого перехода температуры воды через  $0^{\circ}\text{C}$  весной до начала нереста);

II период – период планктонного развития;

III период – период оседания личинок;

IV период – начало гаметогенеза (от даты перехода температуры воды через  $14^{\circ}\text{C}$  до даты устойчивого перехода через  $0^{\circ}\text{C}$  осенью).

Сопряженные с этими периодами месяцы: март, май, июнь и октябрь, являются ключевыми месяцами для жизненного цикла гребешка [1, 2].

Средняя многолетняя урожайность за весь период наблюдений с учетом последних лет составила  $588 \text{ экз./м}^2$ . Если сравнить урожайность за периоды с 1970 по 1990 ( $476 \text{ экз./м}^2$ ) и с 1996 по 2012 г. ( $744 \text{ экз./м}^2$ ), то можно отметить, что урожайность значительно выросла.

Для всех четырех периодов биологического развития гребешка были вычислены средне-периодные значения температуры для временных интервалов 1970-1990 и 1996-2012 гг. По полученным результатам был проведен сравнительный анализ средних величин среднепериодных температур для данных временных интервалов (табл. 1).

Средняя температура I и II периодов для временного интервала 1996-2012 гг., по сравнению с временным интервалом 1970-1990 гг., незначительно повысилась (на  $0,1^{\circ}\text{C}$ ), а IV периода – понизилась. Исключение составляет III период – период оседания, где температура повысилась на целый градус ( $1,0^{\circ}\text{C}$ ). Размах колебаний среднепериодной температуры для I и II периодов увеличился, а для III и IV периодов – уменьшился, т.е. температурные условия для III и IV периодов стали стабильнее. Сумма градусодней, определяющая суммы тепла, накопленного в течение вегетационного периода, уменьшилась для всех периодов, за исключением второго, личиночного, для которого теплосодержание несколько увеличилось. Хотя средняя продолжительность периодов изменилась в небольших пределах, но уменьшился разброс между минимальными и максималь-

ными значениями границ периодов.

Были построены графики изменчивости длительности каждого из четырех периодов годового цикла развития приморского гребешка за весь период наблюдений, и для сравнения, графики изменчивости температуры воды в соответствующие периодам месяцы (рис. 2). Для первых трех периодов можно отметить тенденцию сокращения длительности периодов и положительную тенденцию в росте температуры воды сопряженного месяца, т.е. обратно пропорциональную зависимость между ними. Можно предположить, что рост температуры воды вызывает сокращение длительности периодов. Влияние повышения температуры воды на длительность периода начала гаметогенеза (IV) не выявлено.

Таблица 1

**Температуры четырех периодов развития молоди гребешка и их статистические характеристики для различных интервалов времени**

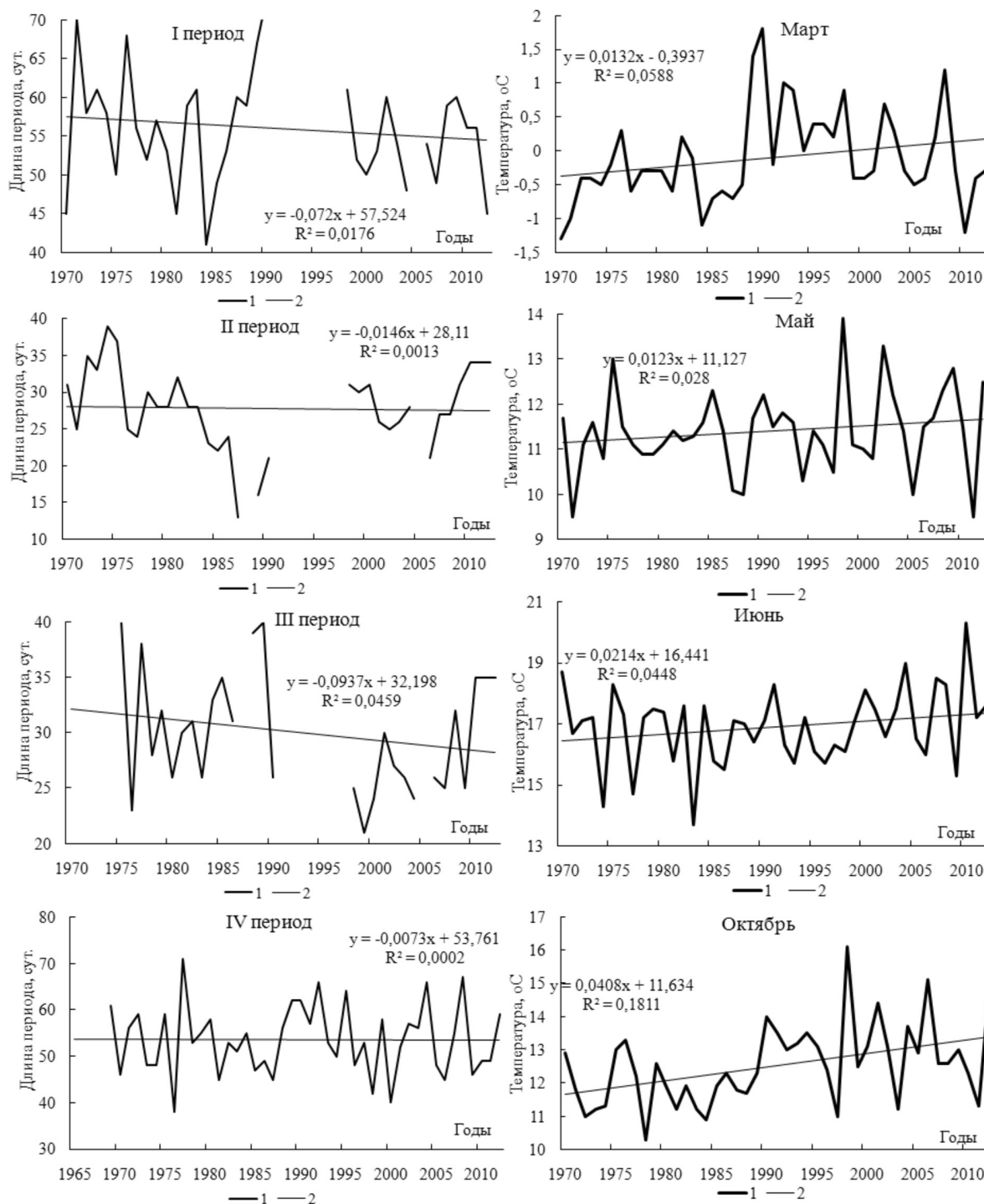
Интервал	L, сут.	$t_{cp}$ , °C	Me	$\sigma^2$	$\Sigma$ , °C	$t_{max}$ , °C/год	$t_{min}$ , °C/год
I период							
1970-2012	56	5,6	5,6	3,6	315,5	16,0/2010	-0,8/1985
1970-1990	57	5,7	5,9	3,6	327,2	14,5/1973	-0,8/1985
1996-2012	55	5,4	5,2	3,6	299,7	16,0/2010	-0,6/2000
II период							
1970-2012	27	14,3	14,4	1,8	393,8	23,5/2010	7,7/2000
1970-1990	27	14,3	14,4	1,8	389,8	20,8/1971	9,0/1986
1996-2012	28	14,2	14,4	1,8	399,2	23,5/2010	7,7/2000
III период							
1970-2012	30	18,1	18,1	1,9	537,2	25,3/2010	12,1/1988
1970-1990	31	17,9	17,7	2,0	558,6	25,0/1977	12,1/1988
1996-2012	27	18,5	18,6	1,8	496,9	25,3/2010	12,9/2006
IV период							
1970-2012	54	6,4	6,2	4,1	343,7	14,2/1972, 1973	-0,6/1974
1970-1990	54	6,5	6,3	4,0	348,9	14,2/1972, 1973	-0,6/1974
1996-2012	52	6,4	6,3	4,1	335,9	14,0/2008	-0,3/2002

Примечание. L, сут. – средняя длина периодов развития молоди гребешка;  $t_{cp}$ , °C – среднепериодная температура; Me – медиана;  $s^2$  – среднее квадратическое отклонение;  $\Sigma$ , °C – среднепериодная сумма температур;  $t_{max}$ , °C/год и  $t_{min}$ , °C/год – максимальная и минимальная температура соответственного периода и год наблюдения.

В заключение можно отметить, что средняя многолетняя урожайность за весь период наблюдений (с учетом последних лет) значительно выросла и составила 588 экз./м<sup>2</sup>. Также выявлено, что за весь период наблюдений прослеживается тенденция сокращения длительности личиночного периода. Продолжительность периода оседания за все время наблюдений подвержена наименьшей вариабельности. За последние годы сама длительность всех периодов практически не изменилась, но уменьшился разброс между максимальным и минимальным ее значениями.

Таким образом, очевидно, что изменение климата на современном этапе отражается и на функционировании экосистем, происходят изменения в биологических циклах. Но для изучения этих изменений в настоящее время необходимо ведение в хозяйствах марикультуры мониторинг-

га за биологическими параметрами, как на метеостанциях, на которых гидрометеорологический мониторинг проводится постоянно.



**Рисунок 2. Изменчивость длительности периодов годового цикла развития приморского гребешка и среднемесячная температура воды сопряженного месяца**

#### Список литературы

1. Гайко Л.А. Марикультура: прогноз урожайности с учетом воздействия абиотических факторов. Владивосток : Дальнаука, 2006. 204 с.
2. Gayko L.A. Influence of the climate change to development of mollusks on marine farms (for Possyet Bay, Japan/East Sea) // Current Development in Oceanography, 2011. Vol. 2, Iss. 2. P. 105–114.
3. IPCC: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007. 996 pp.

## THE EFFECTS OF CHANGES IN THE TEMPERATURE REGIME IN THE COASTAL ZONE ON THE PRODUCTIVITY OF MARINE FARMS

L.A. Gayko

*V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Baltiyskaya St., 43, Vladivostok, 690041, Russia, e-mail: gayko@yandex.ru*

In the marine farms the shellfish grown extensive method (in a natural environment) and their productivity is very dependent on the influence of environmental factors, especially temperature. We investigate the influence of climate change on the livelihoods of hydrobionts.

УДК 551.464

## ПРИМЕНЕНИЕ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ПРОГНОЗУ УРОЖАЙНОСТИ В ХОЗЯЙСТВАХ МАРИКУЛЬТУРЫ

Л.А. Гайко

*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, г. Владивосток, Россия, gayko@yandex.ru*

Рассмотрены проблемы возникновения новой концепции агрометеорологии – морской, направленной на информационную поддержку хозяйств марикультуры. Установлено, что существующие методы прогноза урожайности спата гребешка носят эмпирический характер. Настало время смены парадигмы – на смену эмпирико-статистическому подходу приходит методология, ориентированная на количественный анализ причинно-следственных связей между гидрометеорологическими условиями и продуктивностью марихозяйств.

В настоящее время перспективным направлением исследования прибрежной зоны моря является поиск путей к увеличению биологических ресурсов, и одним из таких путей является морская аквакультура или марикультура. Морская аквакультура – это целый комплекс биотехнологий по производству и переработке ценных морских животных и растений.

Хозяйства марикультуры, в которых производится выращивание гидробионтов экстенсивным методом (в естественной среде), находятся в большой зависимости от влияния факторов внешней среды, особенно климатических. Для изучения влияния абиотических факторов на биологический объект и на технологию по его выращиванию необходим непрерывный длительный ряд наблюдений над объектами, которые можно получить только в хозяйствах марикультуры. Чтобы обеспечить рентабельность ведения хозяйства, необходимо создание научно-обоснованных методов долгосрочного прогноза урожайности моллюсков. Существующие методики прогноза урожайности молоди гидробионтов носят эмпирический характер. Настало время смены парадигм – на место эмпирического подхода необходимо ввести методологию, основанную на моделировании причинно-следственных связей между гидрометеорологическими условиями и продуктивностью марихозяйств. В представляемой работе рассматриваются вопросы становления нового направления агрометеорологии – морского, задачей которого является информационное обслуживание хозяйств марикультуры, а также рассматриваются теоретические подходы агрометеорологии применительно к марихозяйствам.

Первое опытно-промышленное морское хозяйство было создано в зал. Посъета в 1970 г. для товарного выращивания приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay). Приморский гребешок является наиболее перспективным видом (из моллюсков) для искусственного выращивания на Дальнем Востоке, так как обладает высокими темпами роста и прекрасными вкусовыми качествами. За основу культивирования приморского гребешка был принят японский опыт разведения моллюсков путем сбора личинок и последующего их подращивания на искусственных субстратах – коллекторах [4]. Это экстенсивный метод выращивания, т.е. выращивание в естественной среде. Существующие методики прогнозирования плотности спата приморского гребешка в основном разработаны на Экспериментальной морской базе «Посъет» и основаны на выявлении эмпирических зависимостей между биологическими и гидрологическими показателями, которые в различных комбинациях использовались при составлении прогнозов [1, 2, 7].

По заблаговременности все прогнозы, применяемые в марикультуре для предсказыва-