

ISSN 2079-0333

**ВЕСТНИК  
Камчатского  
государственного  
технического  
университета**



Научный  
журнал

---

Основан в 2002 г.

**ВЫПУСК  
15**

**2011**



Петропавловск-Камчатский



ISBN 978-5-328-00236-3

**ВЕСТНИК  
Камчатского  
государственного  
технического  
университета**



Научный  
журнал

---

Основан в 2002 г.

**ВЫПУСК**

**15**

**2011**

Петропавловск-Камчатский

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

|                                                   |                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Исаков А.Я.</b><br>(главный редактор)          | доктор технических наук, ректор Камчатского государственного технического университета                                                               |
| <b>Клочкова Н.Г.</b><br>(научный редактор)        | доктор биологических наук, проректор по научной работе Камчатского государственного технического университета                                        |
| <b>Королёва Т.Н.</b><br>(ответственный секретарь) | кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела науки и инноваций Камчатского государственного технического университета               |
| <b>Березовская В.А.</b>                           | доктор географических наук, профессор кафедры экологии и природопользования Камчатского государственного технического университета                   |
| <b>Карпенко В.И.</b>                              | доктор биологических наук, заведующий кафедрой водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры Камчатского государственного технического университета |
| <b>Коростылев С.Г.</b>                            | доктор биологических наук, директор КамчатНИРО                                                                                                       |
| <b>Огий О.Г.</b>                                  | кандидат социологических наук, первый проректор Камчатского государственного технического университета                                               |
| <b>Осипов В.А.</b>                                | доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и управления Камчатского государственного технического университета                           |
| <b>Портнягин Н.Н.</b>                             | доктор технических наук, профессор кафедры электро- и радиооборудования судов Камчатского государственного технического университета                 |
| <b>Проценко И.Г.</b>                              | доктор технических наук, профессор кафедры информационных систем Камчатского государственного технического университета                              |
| <b>Шевцов Б.М.</b>                                | доктор технических наук, директор ИКИР ДВО РАН                                                                                                       |
| <b>Чаплыгина И.Д.</b>                             | доктор филологических наук, ректор КГОУ ДВО «Камчатский институт ПКПК»                                                                               |

## Содержание

### РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

|                                                                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Горюшкин А.П.</b><br>Полные булевы функции .....                                                                                                                                                    | 5  |
| <b>Белавина О.А., Швецов В.А., Адельшина Н.В.,<br/>Шунькин Д.В., Пахомова В.В.</b><br>К вопросу о методике операции окислительного обжига<br>сульфидных золотосодержащих руд в пробирном анализе ..... | 12 |
| <b>Горюшкин В.А.</b><br>О нечетких моделях <i>Takagi – Sugeno</i> .....                                                                                                                                | 14 |
| <b>Мандрикова О.В., Соловьёв И.С., Смирнов С.Э.</b><br>Автоматизация процедуры определения невозмущенной вариации<br>геомагнитного поля на основе вейвлет-пакетов .....                                | 19 |
| <b>Чермошенцева А.А., Плотникова И.С.</b><br>Численные схемы решения двумерного уравнения<br>теплопроводности в цилиндрических координатах .....                                                       | 21 |

### РАЗДЕЛ II. ЭКОЛОГИЯ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

|                                                                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Балыкова Л.И., Смирнов М.А.</b><br>Экологически безопасное охлаждение гидробионтов с использованием криоагентов .....                                                                 | 26 |
| <b>Благонравова М.В.</b><br>Исследование интенсивности протеолиза белков<br>в нерке низкотемпературного посола в процессе холодильного хранения .....                                    | 29 |
| <b>Благонравова М.В.</b><br>Новая технология консервирования тихоокеанских лососевых – низкотемпературный посол .....                                                                    | 34 |
| <b>Ефимов А.А., Ефимова М.В., Походина М.А., Якушева И.А.</b><br>Разработка технологии получения порошка пищевого<br>из термофильных синезеленых водорослей рода <i>Phormidium</i> ..... | 38 |
| <b>Жуков А.В., Ефимова М.В.</b><br>Исследование азотистых веществ кальмара как сырья для производства пресервов .....                                                                    | 45 |
| <b>Королёва Т.Н.</b><br>Некоторые особенности анатомо-морфологического развития<br>представителей рода <i>Alaria</i> Grev. в различных экологических условиях среды .....                | 49 |
| <b>Салтанов Д.М.</b><br>Технология рациональной переработки гидробионтов .....                                                                                                           | 56 |
| <b>Салтанова Н.С., Попова О.О.</b><br>Использование коллагенсодержащих отходов сельди<br>для приготовления соусов и заливок .....                                                        | 62 |
| <b>Ступникова Н.А.</b><br>Экологические способы преобразования пелоида при антропогенном загрязнении .....                                                                               | 65 |
| <b>Чмыхалова В.Б.</b><br>Совершенствование технологии получения альгината натрия<br>из камчатской бурой водоросли <i>F. evanescens</i> .....                                             | 71 |

### РАЗДЕЛ III. ЭКОНОМИКА И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ

**Безруков И.С.**

Эмиграционные настроения среди студентов вузов города Владивостока в 2009 году ..... 78

**И.В. Иванова**

Социально-ориентированная деятельность в системе факторов конкурентоспособности предпринимательской структуры ..... 88

**Коротаевский А.Г., Мандрикова О.В.**

Анализ и прогноз цен на рынке жилья по Камчатскому краю на базе эконометрических моделей ..... 92

**Михайлова Е.Г., Ефимова М.В.**

Повышение конкурентоспособности ресурсосберегающего производства рыбопродукции ..... 98

### РАЗДЕЛ IV. ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ, ИСТОРИЯ, ОБРАЗОВАНИЕ

**Писарева Л.П.**

Особенности перевода терминологической лексики технических текстов ..... 101

Правила для авторов ..... 109

## РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 519.7

## ПОЛНЫЕ БУЛЕВЫ ФУНКЦИИ

А.П. Горюшкин

*Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003**e-mail: as2022@mail.ru*

В статье обсуждаются вопросы, связанные с функциональной полнотой булевых функций. Результаты могут найти применение при исследовании структуры подалгебр алгебры булевых функций.

**Ключевые слова:** булева функция, полная система, самодвойственность, полином Жегалкина.

**Full boolean functions.** A.P. Goryushkin (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia, 683003)

This article covers the problems connected with the functional fullness of Boolean functions. The results may be used in the study of the structure of subalgebras of the Boolean functions.

**Key words:** Boolean function, full system, duality, Zhegalkin's multinomial.

## Введение

Булевы функции являются основным аппаратом для построения математических моделей дискретных преобразователей информации. Для алгебры булевых функций  $\langle P_2; S \rangle$  важным является вопрос о порождающих (полных) системах функций. Эта алгебра обладает порождающими множествами, состоящими всего из одной (полной) функции.

Классическими примерами полных функций с двумя переменными являются штрих Шеффера и стрелка Пирса. Эти две функции несложно сделать функциями от большего числа переменных: функция  $sh(x_1, x_2, \dots, x_n) = \bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee \dots \vee \bar{x}_n$  является обобщенной функцией Шеффера, а  $p(x_1, x_2, \dots, x_n) = \bar{x}_1 \& \bar{x}_2 \& \dots \& \bar{x}_n$  – обобщенной функцией Пирса.

В представляемой работе показано, что существуют полные функции от  $n$  переменных, отличные от этих простых обобщений; и число таких функций весьма значительно: асимптотически полные функции составляют одну четвертую всех функций от данного числа аргументов.

Для небольших значений числа аргументов число полных функций будет вычислено точно, при этом появятся простые достаточные условия полноты функции.

Символ  $n$  далее будет всегда обозначать натуральное число, больше единицы, а символом  $+$  обозначается сложение по модулю два. Под словом «функция» имеется в виду булева функция. Символом  $P_2^n$  обозначим множество всех функций от  $n$  переменных, а  $\Pi_2^n$  – множество полных функций из  $P_2^n$ .

Укажем сначала верхнюю границу  $|\Pi_2^n|$  – числа полных функций от  $n$  переменных.

Если  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  – функция, образующая полную систему, то

$$f(0, 0, \dots, 0) = 1 \text{ и } f(1, 1, \dots, 1) = 0,$$

а это означает, в частности, что  $f$  немонотонна.

Оставшиеся  $2^n - 2$  строк таблицы значений для функции  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  могут быть заполнены  $2^{2^n - 2}$  различными способами. По теореме Поста о функциональной полноте [1, стр. 165] из этих  $2^{2^n - 2}$  функций все, не являющиеся линейными или самодвойственными, будут полными. Но там точно будут и линейные, и самодвойственные, поэтому число полных функций от  $n$  переменных строго меньше  $2^{2^n - 2}$ , и, следовательно, относительная плотность полноты меньше  $\frac{1}{4}$ ,

$$\frac{|P_2^n|}{|P_2^n|} < \frac{2^{2^n} - 2}{2^{2^n}} = \frac{1}{4}.$$

Оказывается, что эта (на первый взгляд, весьма приблизительная) оценка асимптотически является точной, то есть предел  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{|P_2^n|}{|P_2^n|}$  существует и равен  $\frac{1}{4}$ .

Чтобы это увидеть, достаточно найти *нижнюю границу* для  $|P_2^n|$ .

### Нижняя граница

Полином Жегалкина, представляющий полную функцию  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , содержит четное число одночленов, в противном случае  $f(1, 1, \dots, 1) = 1$ . Свободный член полинома равен единице, иначе  $f(0, 0, \dots, 0) = 0$ .

Пусть функция  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  имеет единичный свободный член и нечетное число одночленов в полиноме Жегалкина, тогда полином ее двойственной функции  $f(x_1 + 1, x_2 + 1, \dots, x_n + 1) + 1$  будет уже без свободного члена. Это значит, что самодвойственная функция с единичным свободным членом имеет четное число одночленов в полиноме Жегалкина. Следовательно, самодвойственная функция, не сохраняющая нуль, не сохраняет и единицу.

Наоборот, пусть функция  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  не сохраняет единицу, то есть число одночленов в ее полиноме Жегалкина четное. Тогда  $f^*(x_1, x_2, \dots, x_n)$  имеет единичный свободный член. Если  $f$  – самодвойственная, то и у функции  $f$  в ее полиноме Жегалкина должен быть свободный член, равный единице. Это значит, что самодвойственная функция, не сохраняющая единицу, не сохраняет и нуль.

Совершенная конъюнктивная форма самодвойственной функции получается из совершенной дизъюнктивной формы при переходе к двойственной функции. Поэтому самодвойственная функция принимает значение 0 в точности столько же раз, сколько и значение 1.

Пусть  $g$  – функция от  $n$  переменных, не сохраняющая ни нуль, ни единицу и принимающая значение 0 в точности столько же раз, сколько и значение 1. Чтобы задать таблицу значений для  $g$  достаточно ровно половину  $2^n - 2$  строк таблицы заполнить единицами (оставшаяся половина заполнится нулями). Следовательно, число функций  $g$  с перечисленными свойствами равно числу

$\left(\frac{2^n - 2}{2}\right)$ -элементных подмножеств множества, состоящего из  $2^n - 2$  элементов. Таким образом,

число самодвойственных функций, не сохраняющих ни 0, ни 1, не превышает числа

$$C_{2^n - 2}^{2^{n-1} - 1} = \frac{(2^n - 2)!}{(2^{n-1})!((2^n - 2) - (2^{n-1} - 1))!}.$$

Число всех функций от  $n$  переменных, не сохраняющих ни нуль, ни единицу, равно  $2^{2^n - 2}$ , и поэтому число полных функций от  $n$  переменных не меньше числа

$$2^{2^n - 2} - \frac{(2^n - 2)!}{(2^{n-1} - 1)!(2^n - 2^{n-1} - 1)!}.$$

Таким образом, относительная плотность множества полных функций в множестве всех функций от  $n$  переменных не менее чем

$$\begin{aligned} \frac{2^{2^n - 2} - \frac{(2^n - 2)!}{(2^{n-1} - 1)!(2^n - 2^{n-1} - 1)!}}{2^{2^n}} &= \frac{1}{4} - \frac{(2^n - 2)!}{(2^{n-1} - 1)!(2^n - 2^{n-1} - 1)! \cdot 2^{2^n}} = \\ &= \frac{1}{4} - \frac{(2^n)! \cdot 2^n}{4 \cdot (2^{n-1} - 1) \cdot ((2^{n-1})!)^2 \cdot 2^{2^n}}. \end{aligned}$$



При  $n \rightarrow \infty$  второе слагаемое алгебраической суммы стремится к нулю. Действительно,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(2^n)! \cdot 2^n}{4 \cdot (2^{n-1} - 1) \cdot ((2^{n-1})!)^2 \cdot 2^{2^n}} = \frac{1}{2} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(2^n)!}{((2^{n-1})!)^2 \cdot 2^{2^n}},$$

и, используя формулу Стирлинга:

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(2^n)!}{((2^{n-1})!)^2 \cdot 2^{2^n}} &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{2\pi \cdot 2^n} \cdot (2^n)^{(2^n)} \cdot e^{-2^n}}{\left( \sqrt{2\pi \cdot 2^{n-1}} \cdot (2^{n-1})^{(2^{n-1})} \cdot e^{-2^{n-1}} \right)^2 \cdot 2^{2^n}} = \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(2^n)^{(2^n)}}{\left( (2^{n-1})^{(2^{n-1})} \right)^2 \cdot \sqrt{2^n} \cdot 2^{2^n}} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2^{\binom{2^n}{2}}}{2^{\binom{n \cdot 2^n}{2}} \cdot 2^{\frac{n}{2}}} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{2^{\frac{n}{2}}} = 0. \end{aligned}$$

Вместе с верхней границей для относительной плотности  $\frac{|P_2^n|}{|P_2^n|} < \frac{1}{4}$  получаем окончательно

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{|P_2^n|}{|P_2^n|} = \frac{1}{4}.$$

Перейдем теперь к конкретным значениям  $n$ . Будем разыскивать полные функции, удаляя из множества функций, не сохраняющих ни нуль, ни единицу, самодвойственные функции (при этом автоматически будут выброшены и линейные функции). И полные, и неполные функции будем представлять полиномами Жегалкина.

Для проверки метода начнем поиски с ситуации, ответ для которой заранее известен, с функций с двумя переменными.

### Полные функции от двух переменных

Если функция  $f(x, y) = a_0xy + a_1x + a_2y + 1$  полная, то она не совпадает со своей двойственной.

Найдем эту двойственную функцию  $f^*(x, y)$  для  $f(x, y)$ :

$$\begin{aligned} f^*(x, y) &= a_0(x+1)(y+1) + a_1(x+1) + a_2(y+1) + 1 = \\ &= a_0xy + (a_0 + a_1)x + (a_0 + a_2)y + (a_0 + a_1 + a_2). \end{aligned}$$

Представление булевой функции в виде полинома Жегалкина над полем  $\mathbb{Z}_2$  единственно. Поэтому функция  $f(x, y)$  будет самодвойственной тогда и только тогда, когда коэффициенты  $a_0, a_1, a_2$  ее полинома Жегалкина являются решениями системы уравнений:

$$\begin{cases} a_0 = a_0, \\ a_0 + a_1 = a_1, \\ a_0 + a_2 = a_2, \\ a_0 + a_1 + a_2 = 1. \end{cases}$$

Множество решений этой системы имеет вид

$$\{(0, 1 + a_2, a_2) \mid a_2 \in \{0, 1\}\}.$$

Следовательно, среди функций от двух переменных, представленных полиномами Жегалкина, с ненулевым свободным членом самодвойственных всего две. Придавая значения свободному неизвестному  $a_2$ , найдем эти две функции:

|       |                                   |
|-------|-----------------------------------|
| $a_2$ | $f(x, y) = (1 + a_2)x + a_2y + 1$ |
| 0     | $x + 1$                           |
| 1     | $y + 1$                           |

Таким образом, из четырех функций, не сохраняющих ни нуль, ни единицу, в точности две являются самодвойственными, и, следовательно, оставшиеся две – несамодвойственны.

Эти две несамодвойственные функции к тому же не сохраняют ни нуль, ни единицу и поэтому немонокотонны и нелинейны (линейная функция с четным числом одночленов – самодвойственна). По теореме Поста эти две функции полны.

Естественно, что одна из них – это штрих Шеффера,  $x|y = xy + 1$ , а вторая – стрелка Пирса,  $x \downarrow y = xy + x + y + 1$ .

Среди функций от двух переменных содержится в точности две полные функции.

При автоморфизме полная система переходит в полную же систему и, в частности, полная функция – в полную. Отображение, переводящее функцию в двойственную, является автоморфизмом. Неподвижные элементы этого автоморфизма (самодвойственные функции) неполные. Поэтому множество полных функций распадается на два класса двойственных друг другу функций. В рассматриваемом случае классы эти одноэлементные: функции Шеффера и Пирса двойственны друг другу.

### Полные функции от трех переменных

Для  $n = 3$  число функций, не сохраняющих ни нуль, ни единицу, равно  $2^{2^3-2} = 2^6 = 64$ .

Из этих 64 кандидатов в полные четыре функции:

$$f_1(x, y, z) = x + 1, f_2(x, y, z) = y + 1, f_3(x, y, z) = z + 1, f_4(x, y, z) = x + y + z + 1,$$

отпадают из-за их линейности (число одночленов в каждой из них четное, поэтому эти функции самодвойственны).

Самодвойственная функция принимает значение нуль столько же раз, сколько и значение единица. Среди функций от трех переменных, два значения которых уже известны,

$$f(0, 0, 0) = 1 \text{ и } f(1, 1, 1) = 0,$$

число функций, принимающих еще три раза значение нуль (и соответственно три раза значение единица), равно

$$C_6^3 = \frac{6 \cdot 5 \cdot 4}{1 \cdot 2 \cdot 3} = 20.$$

Это значит, что среди выделенных 64 функций число самодвойственных не более 20, и, следовательно,  $|P_2^3| \geq 44$ . В множестве  $P_2^3$  находятся три функции Шеффера, три функции Пирса, два их обобщения, и, кроме того, не менее 36 новых функций.

Вычислим точное значение числа  $|P_2^3|$ .

Для этого найдем сначала все самодвойственные функции от трех переменных, не сохраняющих единицу (напомним, что такая функция не сохранит и нуль).

Пусть

$$f(x, y, z) = a_0xyz + a_1xy + a_2xz + a_3yz + a_4x + a_5y + a_6z + 1$$

булева функция с неопределенными пока коэффициентами  $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$ .

Вычислим функцию  $f^*$ , двойственную для  $f$ :

$$\begin{aligned} f^*(x, y, z) &= f(x + 1, y + 1, z + 1) + 1 = a_0xyz + a_6 + a_0 + a_1x + a_1y + \\ &+ a_2x + a_2z + a_3y + a_3z + a_4x + a_5y + a_6z + a_0x + a_0y + a_0z + a_1 + \\ &+ a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_0yz + a_0xy + a_0xz + a_1xy + a_3yz = \\ &= a_3 + a_1 + a_2 + a_0 + a_6 + a_4 + a_5 + (a_1 + a_2 + a_4 + a_0)x + (a_1 + a_3 + a_0 + a_5)y + \\ &+ (a_3 + a_6 + a_2 + a_0)z + a_0xyz + (a_0 + a_1)xy + (a_0 + a_2)xz + (a_0 + a_3)yz. \end{aligned}$$

Теперь найдем разность  $f_1(x, y, z) = f(x, y, z) - f^*(x, y, z)$ ,

$$\begin{aligned} f_1(x, y, z) &= (a_1x + a_2x + a_0x) + (a_0y + a_3y + a_1y) + (a_0z + a_3z + a_2z) + \\ &+ a_0yz + a_0xy + a_0xz + (1 + a_6 + a_0 + a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5). \end{aligned}$$

Функция  $f(x, y, z)$  будет самодвойственной тогда и только тогда, когда все коэффициенты  $f_1(x, y, z)$  – нулевые. Множество решений системы уравнений

$$\begin{cases} a_0 + a_1 + a_2 = 0, \\ a_0 + a_1 + a_3 = 0, \\ a_0 + a_2 + a_3 = 0, \\ a_0 = 0, \\ a_0 + a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6 + 1 = 0 \end{cases}$$

имеет вид:

$$\{(0, 1 + a_4 + a_5 + a_6, 1 + a_4 + a_5 + a_6, 1 + a_4 + a_5 + a_6, a_5, a_4, a_6) \mid a_5, a_4, a_6 \in \{0, 1\}\},$$

где  $a_5, a_4, a_6$  – свободные переменные.

Многочлен, представляющий функцию  $f(x, y, z)$ , принял вид:

$$(1 + a_4 + a_5 + a_6)xy + (1 + a_4 + a_5 + a_6)xz + (1 + a_4 + a_5 + a_6)yz + a_4x + a_5y + a_6z + 1.$$

Оказалось, что из 20 кандидатов в самодвойственные функции всего лишь восемь выдержали окончательное испытание. Разместим все восемь получившихся самодвойственных функций в таблицу:

| $a_4$ | $a_5$ | $a_6$ | $(1 + a_4 + a_5 + a_6)xy + (1 + a_4 + a_5 + a_6)xz + (1 + a_4 + a_5 + a_6)yz + a_4x + a_5y + a_6z + 1$ |
|-------|-------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0     | 0     | 0     | $xy + xz + yz + 1$                                                                                     |
| 0     | 0     | 1     | $z + 1$                                                                                                |
| 0     | 1     | 0     | $x + 1$                                                                                                |
| 0     | 1     | 1     | $xy + xz + yz + x + z + 1$                                                                             |
| 1     | 0     | 0     | $y + 1$                                                                                                |
| 1     | 0     | 1     | $xy + xz + yz + y + z + 1$                                                                             |
| 1     | 1     | 0     | $xy + xz + yz + x + y + 1$                                                                             |
| 1     | 1     | 1     | $x + y + z + 1$                                                                                        |

Итак, найдется ровно  $64 - 8 = 56$  функций от трех переменных, каждая из которых в одиночестве с помощью суперпозиций порождает всю алгебру булевых функций. Из этих 56 функций 48 не являются функциями Шеффера и Пирса или их обобщениями.

Выясним, например, является ли функция

$$s(x, y, z) = xy + xz + x + y + z + 1$$

полной. Эта функция нелинейна, в своем полиноме Жегалкина имеет единичный свободный член и четное число одночленов, ее нет в списке самодвойственных функций, следовательно, функция  $s(x, y, z)$  образует полную систему.

### Полные функции от четырех переменных

Найдем сначала все самодвойственные функции от четырех переменных, не сохраняющих ни нуль, ни единицу. Пусть

$$f(x, y, z, t) = a_0xyzt + a_1xyz + a_2xyt + a_3xtz + a_4yzt + a_5xy + a_6xz + a_7yz + a_8xt + a_9yt + a_{10}zt + a_{11}x + a_{12}y + a_{13}z + a_{14}t + 1$$

булева функция с неопределенными пока пятнадцатью коэффициентами:  $a_0, a_1, a_3, \dots, a_{14}$ .

Вычислим функцию  $f^*$ , двойственную для  $f$ :

$$\begin{aligned} f^*(x, y, z, t) &= f(x + 1, y + 1, z + 1, t + 1) + 1 = \\ &= a_0(x + 1)(y + 1)(z + 1)(t + 1) + a_1(x + 1)(y + 1)(z + 1) + \\ &+ a_2(x + 1)(y + 1)(t + 1) + a_3(x + 1)(t + 1)(z + 1) + a_4(y + 1)(z + 1)(t + 1) + a_5(x + 1)(y + 1) + \\ &+ a_6(x + 1)(z + 1) + a_7(y + 1)(z + 1) + a_8(x + 1)(t + 1) + a_9(y + 1)(t + 1) + a_{10}(z + 1)(t + 1) + \\ &+ a_{11}(x + 1) + a_{12}(y + 1) + a_{13}(z + 1) + a_{14}(t + 1) + 1 = \\ &= a_0xyzt + a_0xyt + a_0xzt + a_0yzt + a_0zt + a_1xyz + a_2xyt + a_3xtz + \\ &+ a_4yzt + a_{12}y + a_{11}x + a_0xyzt + a_5xy + a_6xz + a_7yz + a_0yz + a_8xt + \\ &+ a_9yt + a_{10}zt + a_1xy + a_1xz + a_1yz + a_2xy + a_2xt + a_2yt + a_3xz + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + a_3zt + a_4yz + a_4yt + a_4zt + a_{13}z + a_{14}t + a_0x + a_0y + a_0z + \\
& + a_0t + a_1x + a_1y + a_1z + a_2x + a_2y + a_2t + a_3x + a_3t + a_3z + a_4y + \\
& + a_4z + a_4t + a_5x + a_5y + a_6x + a_6z + a_7y + a_7z + a_8x + a_8t + a_9y + a_9t + \\
& + a_{10}z + a_{10}t + a_0xt + a_0xz + a_0 + a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6 + \\
& + a_7 + a_8 + a_9 + a_{10} + a_{11} + a_{12} + a_{13} + a_{14} + a_0xy + a_0yt = \\
& = (a_4 + a_0) yzt + (a_0 + a_2) xyt + (a_0 + a_3) xzt + (a_1 + a_0) xyz + a_0xyt + \\
& + (a_{11} + a_2 + a_0 + a_5 + a_1 + a_8 + a_3 + a_6) x + (a_4 + a_2 + a_9 + a_{12} + a_5 + a_0 + a_7 + a_1) y + \\
& + (a_{10} + a_4 + a_{13} + a_7 + a_3 + a_6 + a_0 + a_1) z + (a_2 + a_{14} + a_8 + a_3 + a_0 + a_{10} + a_4 + a_9) t + \\
& + (a_2 + a_5 + a_0 + a_1) xy + (a_6 + a_3 + a_1 + a_0) xz + (a_1 + a_4 + a_0 + a_7) yz + \\
& + (a_3 + a_0 + a_8 + a_2) xt + (a_0 + a_9 + a_2 + a_4) yt + (a_3 + a_4 + a_{10} + a_0) zt + a_0 + \\
& + (a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6 + a_7 + a_8 + a_9 + a_{10} + a_{11} + a_{12} + a_{13} + a_{14}).
\end{aligned}$$

Теперь найдем разность  $f_1(x, y, z, t) = f(x, y, z, t) - f^*(x, y, z, t)$ :

$$\begin{aligned}
f_1(x, y, z, t) &= 1 + a_0xyz + a_0xyt + a_0xzt + a_0yzt + a_0zt + \\
& + a_0yz + a_1xy + a_1xz + a_1yz + a_2xy + a_2xt + a_2yt + a_3xt + a_3xz + a_3zt + a_4yz + \\
& + a_4yt + a_4zt + a_0x + a_0y + a_0z + a_0t + a_1x + a_1y + a_1z + a_2x + a_2y + a_2t + a_3x + \\
& + a_3t + a_3z + a_4y + a_4z + a_4t + a_5x + a_5y + a_6x + a_6z + a_7y + a_7z + a_8x + \\
& + a_8t + a_9y + a_9t + a_{10}z + a_{10}t + a_0xt + a_0xz + a_0 + a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6 + \\
& + a_7 + a_8 + a_9 + a_{10} + a_{11} + a_{12} + a_{13} + a_{14} + a_0xy + a_0yt = \\
& = a_0xyz + a_0xyt + a_0xzt + a_0yzt + (a_2 + a_0 + a_1) xy + \\
& + (a_3 + a_1 + a_0) xz + (a_0 + a_4 + a_1) yz + (a_2 + a_3 + a_0) xt + (a_2 + a_0 + a_4) yt + \\
& + (a_4 + a_3 + a_0) zt + (a_3 + a_2 + a_0 + a_1 + a_6 + a_8 + a_5) x + (a_0 + a_9 + a_1 + a_7 + a_4 + a_5 + a_2) y + \\
& + (a_{10} + a_3 + a_0 + a_1 + a_6 + a_7 + a_4) z + (a_2 + a_3 + a_8 + a_{10} + a_9 + a_4 + a_0) t + \\
& + (a_0 + a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6 + a_7 + a_8 + a_9 + a_{10} + a_{11} + a_{12} + a_{13} + a_{14} + 1).
\end{aligned}$$

Функция  $f(x, y, z, t)$  будет самодвойственной тогда и только тогда, когда все коэффициенты у многочлена  $f_1(x, y, z, t)$  нулевые. Множество решений системы уравнений

$$\begin{aligned}
\{a_0 = 0, a_2 + a_0 + a_1 = 0, a_3 + a_1 + a_0 = 0, a_0 + a_4 + a_1 = 0, a_2 + a_3 + a_0 = 0, a_2 + a_0 + a_4 = 0, \\
a_4 + a_3 + a_0 = 0, a_3 + a_2 + a_0 + a_1 + a_6 + a_8 + a_5 = 0, a_0 + a_9 + a_1 + a_7 + a_4 + a_5 + a_2 = 0, \\
a_{10} + a_3 + a_0 + a_1 + a_6 + a_7 + a_4 = 0, a_2 + a_3 + a_8 + a_{10} + a_9 + a_4 + a_0 = 0, \\
a_0 + a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6 + a_7 + a_8 + a_9 + a_{10} + a_{11} + a_{12} + a_{13} + a_{14} + 1 = 0\}
\end{aligned}$$

имеет вид:

$$\{(0, a_5 + a_8 + a_9, a_5 + a_8 + a_9, a_5 + a_8 + a_9, a_5 + a_8 + a_9, a_5, a_9, a_8, a_8, a_9, a_5, \\
1 + a_{12} + a_{13} + a_{14}, a_{12}, a_{13}, a_{14}) \mid a_5, a_8, a_9, a_{12}, a_{13}, a_{14} \in \{0, 1\}\}.$$

Переменные  $a_5, a_8, a_9, a_{12}, a_{13}, a_{14}$  – свободные, число различных наборов свободных переменных равно  $2^6 = 64$ .

Это и есть число самодвойственных функций, не сохраняющих ни нуль, ни единицу.

Каждая такая функция представима в виде:

$$\begin{aligned}
& (a_5 + a_8 + a_9) xyz + (a_5 + a_8 + a_9) xyt + (a_5 + a_8 + a_9) xtz + (a_5 + a_8 + a_9) yzt + \\
& + a_5xy + a_5xz + a_8yz + a_8xt + a_9yt + a_5zt + (1 + a_{12} + a_{13} + a_{14}) x + \\
& + a_{12}y + a_{13}z + a_{14}t + 1.
\end{aligned} \tag{S}$$

Итак, из 65 536 функций от четырех переменных  $2^{14} = 16\,384$  функции не сохраняют ни нуль, ни единицу, а среди них в точности 64 самодвойственных (и одновременно линейных) функций.

Это значит, что число полных функций от четырех переменных равно

$$16\,384 - 64 = 16\,320.$$

Если полином Жегалкина функции от четырех переменных имеет единичный свободный член, четное число одночленов и не имеет вид (S), то эта функция полная.

Например, функция

$$s(x, y, z, t) = xytz + x + y + 1$$

обладает всеми этими свойствами и, следовательно,  $s(x, y, z, t)$  полна. Вообще любая функция с четным числом одночленов и единичным свободным членом, содержащая одночлен четвертой степени, заведомо будет полной.

### Полные функции от пяти переменных

Следуем той же методике, что и в предыдущих случаях. Запишем функцию от пяти переменных с единичным свободным членом в полиноме Жегалкина с неопределенными коэффициентами:

$$\begin{aligned} f(x, y, z, t, u) = & a_0xyztu + a_1yztu + a_2xztu + a_3xytu + a_4xyzu + a_5xyzt + a_6ztu + a_7xtu + \\ & + a_8ytu + a_9xyz + a_{10}xyu + a_{11}yzt + a_{12}yzu + a_{13}xzt + a_{14}xyt + a_{15}xzu + a_{16}xy + \\ & + a_{17}yz + a_{18}xz + a_{19}tu + a_{20}zt + a_{21}xu + a_{22}xt + a_{23}yu + a_{24}zu + a_{25}yt + \\ & + a_{26}x + a_{27}y + a_{28}z + a_{29}t + a_{30}u + 1. \end{aligned}$$

Вычислим двойственную  $f^*(x, y, z, t, u)$  функцию для  $f(x, y, z, t, u)$  и приравняем коэффициенты разности  $f^*(x, y, z, t, u) - f(x, y, z, t, u)$  к нулю. В результате получим систему уравнений для коэффициентов функции  $f(x, y, z, t, u)$ :

$$\begin{aligned} \{ & a_0 = 0, a_3 + a_0 + a_5 = 0, a_0 + a_5 = 0, a_2 + a_0 + a_5 = 0, a_5 + a_0 + a_1 = 0, a_0 + a_3 = 0, \\ & a_0 + a_2 = 0, a_0 + a_1 = 0, a_1 + a_3 + a_0 = 0, a_1 + a_2 + a_0 = 0, a_3 + a_2 + a_0 = 0, \\ & a_0 + a_{10} + a_{15} + a_{12} + a_4x + a_8 + a_6 + a_7 + a_{21} + a_3 + a_2 + a_1 + a_{24} + a_{23} + a_{19} = 0, \\ & a_{16} + a_{18} + a_0 + a_{22} + a_{10} + a_3 + a_{13} + a_7 + a_9 + a_2 + a_5 + a_{14} + a_{15} + a_{21} = 0, \\ & a_{12} + a_{14} + a_{16} + a_0 + a_1 + a_{25} + a_3 + a_4x + a_5 + a_9 + a_8 + a_{11} + a_{23} + a_{17} + a_{10} = 0, \\ & a_{13} + a_{15} + a_{17} + a_0 + a_1 + a_{24} + a_2 + a_4x + a_5 + a_9 + a_6 + a_{12} + a_{20} + a_{18} + a_{11} = 0, \\ & a_0 + a_{22} + a_5 + a_7 + a_2 + a_8 + a_3 + a_6 + a_{20} + a_{25} + a_{14} + a_{13} + a_{11} + a_1 + a_{19} = 0, \\ & a_0 + a_9 + a_3 + a_{10} + a_{14} + a_5 = 0, a_9 + a_{13} + a_{15} + a_5 + a_0 + a_2 = 0, \\ & a_{11} + a_5 + a_4x + a_{12} + a_1 + a_0 + a_9 = 0, a_3 + a_{14} + a_0 + a_2 + a_7 + a_{13} + a_5 = 0, \\ & a_{11} + a_0 + a_{14} + a_8 + a_1 + a_5 + a_3 = 0, a_{11} + a_0 + a_{13} + a_6 + a_1 + a_5 + a_2 = 0, \\ & a_{10} + a_{15} + a_7 + a_3 + a_0 + a_2 = 0, a_4x + a_{10} + a_0 + a_8 + a_{12} + a_1 + a_3 = 0, \\ & a_4x + a_{15} + a_0 + a_6 + a_{12} + a_1 + a_2 = 0, a_8 + a_1 + a_6 + a_7 + a_0 + a_3 + a_2 = 0, \\ & a_0 + a_1 + a_2 + a_3 + a_4x + a_5 + a_6 + a_7 + a_8 + a_9 + a_{10} + a_{11} + a_{12} + a_{13} + a_{14} + a_{15} + a_{16} + \\ & + a_{17} + a_{18} + a_{19} + a_{20} + a_{21} + a_{22} + a_{23} + a_{24} + a_{25} + a_{26} + a_{27} + a_{28} + a_{29} + a_{30} + 1 = 0 \}. \end{aligned}$$

Эта система равносильна системе:

$$\begin{aligned} \{ & a_0 = 0, a_1 = 0, a_{10} = 0, a_{11} = 0, a_{12} = a_4, a_{13} = 0, a_{14} = 0, a_{15} = 0, a_{16} = a_{25} + a_{24} + a_{22}, \\ & a_{17} = a_{24} + a_{22} + a_{23}, a_{18} = a_{21} + a_{25} + a_{24}, a_{19} = a_{21} + a_{24} + a_{23}, a_2 = 0, \\ & a_{20} = a_{22} + a_{25} + a_{21} + a_{24} + a_{23}, a_{21} = a_{21}, a_{22} = a_{22}, a_{23} = a_{23}, a_{24} = a_{24}, a_{25} = a_{25}, \\ & a_{26} = 1 + a_{27} + a_{28} + a_{29} + a_{30}, a_{27} = a_{27}, a_{28} = a_{28}, a_{29} = a_{29}, a_3 = 0, a_{30} = a_{30}, \\ & a_4 = a_4, a_5 = 0, a_6 = 0, a_7 = 0, a_8 = 0, a_9 = 0 \}. \end{aligned}$$

Следовательно, десять неизвестных:  $a_4, a_{21}, a_{22}, a_{23}, a_{24}, a_{25}, a_{27}, a_{28}, a_{29}, a_{30}$ , являются свободными, и число самодвойственных функций от пяти переменных, не сохраняющих ни нуля, ни единицу, равно  $2^{10} = 1\,024$ . Таким образом, среди всех  $4\,294\,967\,296$  функций от пяти переменных содержится

$$2^{2^5-2} - 1\,024 = 2^{30} - 1\,024 = 1\,073\,740\,800$$

полных функций.

Функция от пяти переменных полна, если ее полином Жегалкина имеет четное число одночленов, единичный свободный член и ее нельзя представить в виде:

$$\begin{aligned} f(x, y, z, t, u) = & (a_{22} + a_{25} + a_{21} + a_{24} + a_{23})zt + a_{21}xu + a_{22}xt + a_{23}yu + a_{24}zu + a_{25}yt + a_{28}z + \\ & + a_{29}t + a_{30}u + a_{27}y + a_4xyz + a_4yzu + (1 + a_{27} + a_{28} + a_{29} + a_{30})x + (a_{21} + a_{24} + a_{23})tu + \\ & + (a_{24} + a_{22} + a_{23})yz + (a_{25} + a_{24} + a_{22})xy + (a_{21} + a_{25} + a_{24})xz + 1, \end{aligned}$$

где  $a_{21}, a_{22}, a_{23}, a_{24}, a_{25}, a_{27}, a_{28}, a_{29}, a_{30}, a_4$  принадлежат множеству  $\{0, 1\}$ .

Например, любая функция с четным числом одночленов и единичным свободным членом в полиноме Жегалкина, содержащая одночлен пятой степени будет полной.

### Краткие выводы

Разместим полученные значения числа полных функций и относительную частоту их появления в таблицу.

| Число $n$<br>аргументов<br>функции | Число $ P_2^n $ всех функций | Число $ P_2^n $ полных функций | Плотность $\frac{ P_2^n }{ P_2^n }$ |
|------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| 2                                  | 16                           | 2                              | 0,125                               |
| 3                                  | 256                          | 56                             | 0,2187500000                        |
| 4                                  | 65 536                       | 16 320                         | 0,2490234375                        |
| 5                                  | 4 294 967 296                | 1 073 740 800                  | 0,2499997616                        |

Отметим, что, хотя для  $n = 2$  число полных функций составляет всего лишь одну восьмую от общего числа функций, уже для сравнительно небольших значений  $n$  даже грубая оценка снизу числа  $|P_2^n|$  начинает быстро приближаться к одной четвертой  $|P_2^n|$ .

| Число $n$<br>аргументов<br>функции | Число $ P_2^n $ всех функций       | Число $ P_2^n $ не менее           | $\frac{ P_2^n }{ P_2^n }$ не менее |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 6                                  | $0,1844674407 \cdot 10^{20}$       | $0,4146257665 \cdot 10^{19}$       | 0,2247690784                       |
| 7                                  | $0,3402823669 \cdot 10^{39}$       | $0,7903565729 \cdot 10^{38}$       | 0,2322649217                       |
| 8                                  | $0,1157920892 \cdot 10^{78}$       | $0,2750020206 \cdot 10^{77}$       | 0,2374963804                       |
| 9                                  | $0,1340780793 \cdot 10^{155}$      | $0,3233582466 \cdot 10^{154}$      | 0,2411715981                       |
| 10                                 | $0,1797693135 \cdot 10^{309}$      | $0,4382091961 \cdot 10^{308}$      | 0,2437619567                       |
| 20                                 | $0,6741140125 \cdot 10^{315653}$   | $0,1683971883 \cdot 10^{315653}$   | 0,2498052038                       |
| 25                                 | $0,8266992354 \cdot 10^{10100890}$ | $0,3307252488 \cdot 10^{10100891}$ | 0,2499655646                       |
| 26                                 | $0,1093791902 \cdot 10^{20201782}$ | $0,2734213422 \cdot 10^{20201781}$ | 0,2499756505                       |
| 28                                 | $0,1431326839 \cdot 10^{80807125}$ | $0,3578142838 \cdot 10^{80807124}$ | 0,2499878253                       |

### Литература

1. Post E. Introduction to a general theory of elementary propositions // Amer. J. – Math. 43 (1921). – P. 163–185.

УДК 669.+553.3/.4

### К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ ОПЕРАЦИИ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ОБЖИГА СУЛЬФИДНЫХ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД В ПРОБИРНОМ АНАЛИЗЕ

О.А. Белавина<sup>1</sup>, В.А. Швецов<sup>2</sup>, Н.В. Адельшина<sup>3</sup>, Д.В. Шунькин<sup>4</sup>, В.В. Пахомова<sup>5</sup>

<sup>1-4</sup>Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003;

<sup>5</sup>ОАО «Камчатгеология», г. Петропавловск-Камчатский, 683016

e-mail: bakeev\_da@kamchatgtu.ru

В статье предложена методика окислительного обжига сульфидных золотосодержащих руд, позволяющая снизить расход электроэнергии, трудоемкость операции обжига и шихтования проб, а также повысить экспрессность пробирного анализа.

**Ключевые слова:** пробирный анализ, окислительный обжиг сульфидных руд, метрологические характеристики результатов пробирного анализа.

**Oxidizing roasting of sulfide gold ore in the fire assay** O.A. Belavina<sup>1</sup>, V.A. Shvetsov<sup>2</sup>, N.V. Adelshina<sup>3</sup>, D.V. Shunkin<sup>4</sup>, V.V. Pakhomova<sup>5</sup> (<sup>1-4</sup>Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia, 683003; <sup>5</sup>Kamchatgeologia, JSC, Petropavlovsk-Kamchatskiy, 683016)

This article covers the method of oxidizing roasting of sulfide gold ore. This method cuts down expenses on electricity, labour content of roasting procedurs, tivial batching and the time used for making analysis.

**Key words:** fire assay, oxidizing roasting of sulfide gold ore, metrological performance of fire assay results.

Обжиг сульфидных золотосодержащих руд широко используется в пробирном анализе [1], используемая при этом методика обжига [1] имеет следующие существенные недостатки:

- в процессе обжига возможно спекание материала аналитической навески, что приводит к неполному извлечению благородных металлов в процессе пробирной плавки [1–4];
- в процессе обжига необходимо перемешивать навеску руды [5];
- в процессе обжига полностью окисляется сульфидная сера, при этом руда теряет восстановительную способность, что не позволяет оптимизировать операцию шихтования проб [6, 7].

Цель настоящей работы – разработка методики обжига сульфидных золотосодержащих руд, обеспечивающая оптимизацию аналитической схемы пробирного анализа сульфидных золотосодержащих руд и гармонизацию его операций (обжига и шихтования) согласно современным требованиям [8].

Для поиска оптимальных условий окислительного обжига сульфидных золотосодержащих руд выполнили следующие исследования. Установили начальный температурный режим этого обжига, при котором материал руды окисляется без воспламенения и последующего спекания. Эксперименты [9] показали, что при температуре менее 250°C сульфидные золотосодержащие руды не окисляются, а при температуре более 300°C происходит воспламенение серосодержащих минералов и спекание материала пробы, что приводит к занижению результатов определения благородных металлов. Поэтому обжиг сульфидных золотосодержащих руд следует начинать при температуре 250–300°C. Изменяя время обжига при этом температурном режиме от 5 до 30 мин, установили [9], что руду целесообразно обжигать при температуре 250–300°C в течение 10–15 мин, а затем для интенсификации процесса окисления температуру обжига необходимо увеличить до 450–500°C. При работе в таком режиме не происходит спекания материала сульфидной руды и отпадает необходимость в частом перемешивании навески руды и визуальном контроле за процессом обжига. Эксперименты показали [9], что выполнение второго этапа обжига сульфидных золотосодержащих руд при температуре 450–500°C в течение 10–15 мин приводит к неполному удалению серы, поэтому материал навески имеет восстановительную способность, достаточную для образования свинцового сплава-коллектора массой 28–35 г. Это позволяет исключить из состава шихты восстановитель и, в соответствии с результатами исследований [6], сократить продолжительность операции смешения навески руды с шихтой.

Для оценивания влияния предлагаемой нами методики обжига сульфидных золотосодержащих руд на метрологические характеристики результатов пробирного анализа анализировали комплект ГСО золотосодержащих руд и продуктов их переработки. Материал аналитических навесок обжигали по вышеизложенной методике. При выполнении анализов проводили 16 единичных измерений содержания золота и серебра, используя аналитические навески массой 10–25 г. Экспериментальные данные и результаты их статистической обработки, приведенные в таблице, показывают, что метрологические характеристики пробирного анализа не ухудшаются при использовании разработанной нами методики окислительного обжига сульфидных золотосодержащих руд.

**Результаты определения золота и серебра в ГСО сульфидных золотосодержащих руд и продуктах их переработки**

| № ГСО   | Аттестованное содержание металла, г/т |       | Результат анализа ГСО, г/т |       | Среднеквадратическое отклонение результатов, г/т |       |            |       | Расчетное значение критерия Стьюдента, <i>t</i> |      |
|---------|---------------------------------------|-------|----------------------------|-------|--------------------------------------------------|-------|------------|-------|-------------------------------------------------|------|
|         | Au                                    | Ag    | Au                         | Ag    | установленное                                    |       | допустимое |       | Au                                              | Ag   |
|         |                                       |       |                            |       | Au                                               | Ag    | Au         | Ag    |                                                 |      |
| 3584-86 | 1,2                                   | 30,7  | 1,3                        | 31,8  | 0,28                                             | 2,64  | 0,32       | 3,66  | 1,43                                            | 1,67 |
| 2029-79 | 1,6                                   | 33,0  | 1,7                        | 34,1  | 0,42                                             | 2,94  | 0,43       | 3,93  | 0,95                                            | 1,56 |
| 3570-86 | 2,7                                   | 84,8  | 2,5                        | 84,0  | 0,40                                             | 5,85  | 0,49       | 7,65  | 2,00                                            | 0,55 |
| 3585-86 | 13,0                                  | 16,8  | 13,5                       | 17,9  | 0,98                                             | 2,02  | 1,08       | 2,55  | 2,04                                            | 2,18 |
| 1788-80 | 32,0                                  | 6,2   | 32,7                       | 6,7   | 1,38                                             | 0,98  | 1,73       | 1,12  | 2,03                                            | 2,04 |
| 1787-80 | 36,0                                  | 6,7   | 36,0                       | 7,2   | 1,02                                             | 1,12  | 1,95       | 1,21  | 0,0                                             | 1,79 |
| 3571-86 | 41,6                                  | 595,3 | 41,4                       | 600,0 | 1,48                                             | 10,24 | 2,95       | 14,83 | 0,54                                            | 1,84 |

Примечание.  $t(0,05; 15) = 2,13$ ;  $t(0,01; 15) = 2,95$ .

Таким образом, для окислительного обжига сульфидных золотосодержащих руд целесообразно использовать предлагаемую авторами методику, которая по сравнению с существующей

[1, 5] обеспечивает следующие технико-экономические преимущества: снижает расход электроэнергии при проведении операции окислительного обжига примерно на 40%; исключает из состава шихты восстановитель; устраняет спекание руды в процессе обжига и, следовательно, снижает вероятность потерь благородных металлов в процессе плавки; сокращает время, необходимое для перемешивания руды и визуального контроля за ходом операции обжига руды, а также время смешения руды и шихты примерно в два раза.

### Литература

1. Барышников И.Ф., Попова Н.Н., Оробинская В.А. Пробоотбирание и анализ благородных металлов. – М.: Металлургия, 1978. – С. 3.
2. Иванюк Б.О. Пробирный анализ горных пород, руд и минералов. – Магадан: Магаданское книжное изд-во, 1986. – 79 с.
3. Манохин А.И. Сульфидные расплавы тяжелых металлов. – М.: Наука, 1982. – 141 с.
4. Михайлов Н.И. Состояние извлечения благородных металлов на свинцовых заводах // Цветная металлургия, 1966. – № 14. – С. 37–39.
5. Бимиш Ф. Аналитическая химия благородных металлов. Ч. 1. – М.: Мир, 1969. – С. 269.
6. Шахтин Д.М. Зависимость степени однородности огнеупорной массы от времени ее смешения и концентрации добавки // Огнеупоры. – 1976. – № 4. – С. 52–54.
7. Швецов В.А. Химическое опробование золоторудных месторождений. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2008. – 222 с.
8. Кузьмин Н.М. О построении схем анализа // Журн. аналит. химии. – 1996. – Т. 51. – № 3. – С. 262–269.
9. Швецов В.А., Адельшина Н.В., Семенов С.В. Патент на изобретение RU № 22.48 // Бюлл. изобретений. – 2004. – № 6.

УДК 519.7

### О НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЯХ TAKAGI – SUGENO

В.А. Горюшкин

Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского, г. Москва, 121552  
e-mail: msu28@bk.ru

Рассмотрено понятие нечеткой модели *Takagi – Sugeno*. Построен пример нечеткого регулятора нелинейной системы. Изучен вопрос об асимптотической устойчивости состояния равновесия нелинейной системы. Результаты могут найти применение при решении задач устойчивости нелинейных систем.

**Ключевые слова:** теория управления, нелинейные системы с нечетким управлением, нечеткие модели *Takagi – Sugeno*, устойчивость, нечеткий наблюдатель, нечеткий регулятор.

***Takagi – Sugeno fuzzy models.*** V.A. Goryshkin (Russian State Technological University (MATI), Moscow, 121552)

A concept of *Takagi – Sugeno* fuzzy model is discussed. An example of nonlinear system fuzzy controller is constructed. The question of asymptotic stability of nonlinear system equilibrium state is studied. The results may be used in problem solving of nonlinear systems stability.

**Key words:** control theory, nonlinear fuzzy control systems, *Takagi – Sugeno* fuzzy models, stability, fuzzy observer, fuzzy controller.

В теории управления особое внимание всегда уделялось проблеме построения математических моделей и алгоритмов управления при отсутствии достаточных знаний об объекте управле-



ния. В последнее время в связи с изучением слабо формализованных сложных систем наблюдается рост интереса к различным аспектам проблемы интеллектуального управления.

Одно из направлений, ориентированных на моделирование на основе экспертных знаний и принятие решений в условиях нечеткости и неопределенности, связано с теорией нечетких множеств Заде. Одним из важнейших приложений нечетких множеств является анализ и построение нечетких регуляторов и систем управления различными процессами.

Важной задачей при исследовании систем управления, имеющих нелинейности и неопределенности, является задача определения состояния системы в зависимости от начальных данных. Для линейных систем эта задача решается построением линейного наблюдателя для наблюдаемой системы. Для некоторых классов нелинейных систем с нечетким управлением разработаны методы построения нечеткого управления.

В теории линейных систем одним из наиболее важных результатов является так называемый принцип разделения, состоящий в том, что построение регулятора и наблюдателя может быть выполнено раздельно вне зависимости от устойчивости замкнутой системы [1, 2]. Подобный принцип разделения также применим для некоторых классов нелинейных систем с нечетким управлением. В настоящей работе рассмотрен основанный на модели *Takagi – Sugeno* пример использования принципа разделения для управляемых систем, используемых в различных отраслях техники и естествознания.

Нечеткие модели *Takagi – Sugeno* представляют собой нелинейные системы, способные аппроксимировать широкий класс систем с помощью совокупности продукционных правил вида ЕСЛИ ... ТО.

Основная особенность нечетких моделей *Takagi – Sugeno* состоит в описании локальной динамики каждого линейного правила линейной системы. При построении непрерывных моделей *Takagi – Sugeno* используются нечеткие предикатные правила, записанные в виде

$$\begin{aligned} \text{ЕСЛИ } z_1(t) \text{ есть } M_{i1} \text{ и } \dots \text{ и } z_p(t) \text{ есть } M_{ip}, \\ \text{ТО } \dot{x}(t) = A_i x(t) + B_i u(t), \\ y(t) = C_i x(t), \quad i = 1, 2, \dots, r. \end{aligned}$$

Здесь  $M_{ij}$  – нечеткое множество,  $r$  – число нечетких правил,  $x(t) \in R^n$  – фазовый вектор,  $u(t) \in R^m$  – вектор входа,  $y(t) \in R^q$  – вектор выхода,  $A_i \in R^{n \times n}$ ,  $B_i \in R^{n \times m}$ ,  $C_i \in R^{q \times n}$ ,  $z(t) = (z_1(t), \dots, z_p(t))$  – вектор известных переменных посылок, которые могут быть функциями фазовых переменных, внешних возмущений или времени.

Нечеткие модели *Takagi – Sugeno* обладают высокими аппроксимационными способностями. Посредством увеличения количества правил  $n$  удается описать с очень высокой точностью нелинейные динамические процессы. Кроме этого, усредняющие свойства механизма вывода  $y$  и специфический вид функций принадлежности позволяют сделать модели *Takagi – Sugeno* малочувствительными к погрешностям измерений. Являясь нелинейными и непрерывными функциями входных переменных и параметров, нечеткие модели *Takagi – Sugeno* позволяют аналитически исследовать устойчивость нелинейных систем. Одним из методов исследования устойчивости нечетких систем является метод линейных матричных неравенств, который успешно используется для анализа устойчивости однородных непрерывных и дискретных нечетких систем. Удобство метода линейных матричных неравенств во многом связано с возможностями его численной реализации в интегрированной среде MATLAB.

В качестве примера построения нечеткого регулятора рассмотрим следующую нелинейную систему:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1(t) &= x_2(t) + x_3^2(t) + (x_1^4(t) + 1)u(t), \\ \dot{x}_2(t) &= 3x_1(t) + x_2(t), \\ \dot{x}_3(t) &= x_1^4(t)x_4(t) + x_3(t), \\ \dot{x}_4(t) &= x_3^2(t) + x_2(t), \\ y_1(t) &= (x_1^4(t) + 1)x_2(t) + x_4(t), \\ y_2(t) &= x_2(t) + 2x_3(t). \end{aligned} \tag{1}$$

Предположим, что  $x_1(t)$  и  $x_3(t)$  в (1) наблюдаемы, при этом  $x_2(t)$  и  $x_4(t)$  оцениваются нечетким наблюдателем. Также предположим, что

$$x_1(t) \in [-a, a], \quad x_3(t) \in [-b, b], \quad (2)$$

где  $a$  и  $b$  принимают положительные значения. Нелинейные члены  $x_1^2(t)$  и  $x_3^4(t)$  можно представить в виде

$$\begin{aligned} x_1^2(t) &= M_{11}(x_2(t)) \cdot a^2 + M_{12}(x_2(t)) \cdot 0, \\ x_3^4(t) &= M_{21}(x_3(t)) \cdot b^4 + M_{22}(x_3(t)) \cdot 0, \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned} M_{11}(x_2(t)), M_{12}(x_2(t)), M_{21}(x_3(t)), M_{22}(x_3(t)) &\in [0, 1], \\ M_{11}(x_2(t)) + M_{12}(x_2(t)) &= 1, \quad M_{21}(x_3(t)) + M_{22}(x_3(t)) = 1. \end{aligned}$$

Решая эти уравнения, получим:

$$\begin{aligned} M_{11}(x_1(t)) &= \frac{x_1^2(t)}{a^2}, \\ M_{12}(x_1(t)) &= 1 - M_{11}(x_1(t)) = 1 - \frac{x_1^2(t)}{a^2}, \\ M_{21}(x_3(t)) &= \frac{x_3^4(t)}{b^4}, \\ M_{22}(x_3(t)) &= 1 - M_{21}(x_3(t)) = 1 - \frac{x_3^4(t)}{b^4}. \end{aligned}$$

При этом  $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{21}$  и  $M_{22}$  могут быть интерпретированы как функции нечетких множеств. Тогда нелинейная система представляется нечеткой моделью *Takagi – Sugeno*, задаваемой с помощью правил вида:

*Правило 1.*

ЕСЛИ  $x_1(t)$  есть  $M_{11}$  и  $x_3(t)$  есть  $M_{12}$ ,

$$\text{ТО} \begin{cases} \dot{x}(t) = A_1 x(t) + B_1 u(t), \\ y(t) = C_1 x(t). \end{cases}$$

*Правило 2.*

ЕСЛИ  $x_1(t)$  есть  $M_{11}$  и  $x_3(t)$  есть  $M_{22}$ ,

$$\text{ТО} \begin{cases} \dot{x}(t) = A_2 x(t) + B_2 u(t), \\ y(t) = C_2 x(t). \end{cases}$$

*Правило 3.*

ЕСЛИ  $x_1(t)$  есть  $M_{12}$  и  $x_3(t)$  есть  $M_{21}$ ,

$$\text{ТО} \begin{cases} \dot{x}(t) = A_3 x(t) + B_3 u(t), \\ y(t) = C_3 x(t). \end{cases}$$

*Правило 4.*

ЕСЛИ  $x_1(t)$  есть  $M_{12}$  и  $x_3(t)$  есть  $M_{22}$ ,

$$\text{ТО} \begin{cases} \dot{x}(t) = A_4 x(t) + B_4 u(t), \\ y(t) = C_4 x(t). \end{cases}$$

Здесь

$$x(t) = (x_1(t), \quad x_2(t), \quad x_3(t), \quad x_4(t))^T,$$

$$\begin{aligned}
A_1 &= \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & a^4 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}, & B_1 &= \begin{pmatrix} a^4 + 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, & C_1 &= \begin{pmatrix} 0 & a^4 + 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 0 \end{pmatrix}, \\
A_2 &= \begin{pmatrix} 0 & 1 & b^2 & 0 \\ 3 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & a^4 \\ 0 & 1 & b^2 & 0 \end{pmatrix}, & B_2 &= \begin{pmatrix} a^4 + 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, & C_2 &= \begin{pmatrix} 0 & a^4 + 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 0 \end{pmatrix}, \\
A_3 &= \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}, & B_3 &= \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, & C_3 &= \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 0 \end{pmatrix}, \\
A_4 &= \begin{pmatrix} 0 & 1 & b^2 & 0 \\ 3 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & b^2 & 0 \end{pmatrix}, & B_4 &= \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, & C_4 &= \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 0 \end{pmatrix}.
\end{aligned}$$

Нечеткая модель, задаваемая указанными правилами, является точным представлением нелинейной системы (1) при условиях (2) в случае, когда исходные переменные не зависят от оценки переменных  $x_1(t)$  и  $x_4(t)$ .

При численном моделировании можно задавать различные значения  $a$  и  $b$  в рамках использования изучаемой технической системы.

Построенный нечеткий регулятор делает устойчивой систему управления в целом, при этом оценка нечеткого наблюдателя состояния нелинейной системы является оценкой, которая характеризуется отсутствием стационарных ошибок.

В общем случае ситуация следующая.

Пусть

$$\begin{aligned}
\dot{x}(t) &= \sum_{i=1}^r h_i(z(t)) (A_i x(t) + B_i u(t)), \\
y(t) &= \sum_{i=1}^r h_i(z(t)) C_i x(t),
\end{aligned} \tag{3}$$

$$\text{где } h_i(z(t)) = \frac{w_i(z(t))}{\sum_{i=1}^r w_i(z(t))}, \quad w_i(z(t)) = \prod_{j=1}^p M_{ij}(z_j(t)) \quad \text{для всех } t.$$

При построении нечеткого наблюдателя требуется [3], чтобы выполнялось соотношение

$$x(t) - \hat{x}(t) \rightarrow 0$$

при  $t \rightarrow \infty$ , где  $\hat{x}(t)$  – положение вектора, определенное нечетким наблюдателем. Это условие гарантирует стремление к нулю стационарной ошибки. Структура нечеткого наблюдателя для непрерывной нечеткой системы задается с помощью правил следующего вида:

$$\begin{aligned}
&\text{ЕСЛИ } z_1(t) \text{ есть } M_{i1} \text{ и } \dots \text{ и } z_p(t) \text{ есть } M_{ip}, \\
&\text{ТО } \hat{\dot{x}}(t) = A_i \hat{x}(t) + B_i u(t) + K_i (y(t) - \hat{y}(t)) \\
&\quad \hat{y}(t) = C_i \hat{x}(t), \quad i = 1, 2, \dots, r.
\end{aligned}$$

Если вектор  $z(t)$  не зависит от состояния переменных, определенных нечетким наблюдателем, то при наличии нечеткого наблюдателя регулятор примет вид

$$u(t) = - \sum_{i=1}^r h_i(z(t)) F_i \hat{x}(t). \quad (4)$$

Соответствующие правила управления запишутся следующим образом:

ЕСЛИ  $z_1(t)$  есть  $M_{i1}$  и ... и  $z_p(t)$  есть  $M_{ip}$ ,

$$\text{ТО } u(t) = - \sum_{i=1}^r h_i(z(t)) F_i \hat{x}(t).$$

Нечеткий наблюдатель для непрерывной нечеткой системы задается следующим образом:

$$\begin{aligned} \dot{\hat{x}}(t) &= A_i \hat{x}(t) + B_i u(t) + K_i (y(t) - \hat{y}(t)) \\ \hat{y}(t) &= C_i \hat{x}(t), \quad i = 1, 2, \dots, r. \end{aligned} \quad (5)$$

С учетом (3)–(5) расширенная непрерывная система записывается в виде

$$\dot{\beta}(t) = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r h_i(z(t)) h_j(z(t)) G_{ij} \beta(t), \quad (6)$$

где  $\beta(t) = (x(t), \alpha(t))$ ,  $G_{ij} = \begin{pmatrix} A_i - B_i F_j & B_i F_j \\ 0 & A_i - K_i C_j \end{pmatrix}$ ,  $\alpha(t)$  определяется уравнением

$$\dot{\alpha}(t) = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r h_i(z(t)) h_j(z(t)) (A_i K_i - C_j) \alpha(t),$$

а  $F_i, K_i$  находятся с помощью техники выпуклой оптимизации на основе линейных матричных неравенств [3].

С помощью результатов работ [3] и [4] устанавливается следующая теорема.

**Теорема.** Если для системы (4) существует положительно определенная матрица  $P$  такая, что

$$G_{ii}^T P + P G_{ii} < 0,$$

$$\left( \frac{1}{2} (G_{ij} + G_{ji}) \right)^T P + P \left( \frac{1}{2} (G_{ij} + G_{ji}) \right) < 0, \quad i < j, h_i \cap h_j \neq \emptyset,$$

то состояние равновесия системы (6) асимптотически устойчиво в целом.

Приведенная теорема является обобщением теоремы об асимптотической устойчивости состояния равновесия на случай, когда учитывается наличие нечеткого наблюдателя. Имеют место также аналоги сформулированной теоремы для обобщенных моделей *Takagi – Sugeno* (а именно, дескрипторных моделей) как при наличии, так и при отсутствии нечеткого наблюдателя.

### Литература

1. Driankov D., Hellendorm H., Reich Frank M. An introduction to fuzzy control. – Berlin: Springer, 1996.
2. Tanaka K., Sugeno M. Stability analysis and design of fuzzy control systems // Fuzzy Sets and Systems. – 1992. – V. 45. – № 2. – P. 135–156.
3. Tanaka K., Wang H.O. Fuzzy control systems design and analysis: a linear matrix inequality approach. – N.Y.: Wiley, 2001.
4. Tanaka K., Wang H.O. Fuzzy regulators and fuzzy observer: a linear matrix inequality approach // Proc. Of 36<sup>th</sup> IEEE Conference of Decision and Control. V. 2. – San Diego, 1997. – P. 1315–1320.

УДК 004+550.3

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕВОЗМУЩЕННОЙ ВАРИАЦИИ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОСНОВЕ ВЕЙВЛЕТ-ПАКЕТОВ****О.В. Мандрикова<sup>1</sup>, И.С. Соловьёв<sup>2</sup>, С.Э. Смирнов<sup>3</sup>**<sup>1,2</sup>Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003;<sup>3</sup>Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН,  
Камчатский край, с. Паратунка, 684034

e-mail: oksanam1@mail.kamchatka.ru

Работа посвящена автоматизации процедуры вычисления индекса геомагнитной активности  $K$ , сложности реализации которой связаны с определением невозмущенной вариации геомагнитного поля в автоматическом режиме. В работе предложен метод идентификации спокойной вариации геомагнитного поля с использованием аппарата вейвлет-пакетов. Путем обработки статистических данных доказана эффективность метода.

**Ключевые слова:** вейвлет-преобразование, индекс геомагнитной активности, данные магнитного поля Земли.

**Automated procedure of calculation of nonperturbed variation of geomagnetic activity on the basis of wavelet-packets.** O.V. Mandrikova<sup>1</sup>, I.S. Solovyev<sup>2</sup>, S.E. Smirnov<sup>3</sup> (<sup>1,2</sup>Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia, 683003; <sup>3</sup>Institute of Cosmophysical Researches and Radio Wave Propagation, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Kamchatka Region, Paratunka, 684034)

Automatization of procedure of geomagnetic activity  $K$  calculation is discussed. The complexity of realization of this procedure is connected to determining nonperturbed variation of geomagnetic field in automatic mode. Identification method of nonperturbed variation of geomagnetic field with the help of wavelet-packet device is proposed. The efficiency of this method is proved based on the statistic data.

**Key words:** wavelet transformation, geomagnetic activity index, Earth's magnetic field data.

Невозмущенная вариация геомагнитного поля, называемая  $Sq$ -кривой (*Solar quiet* – вариация), обусловлена токовой системой, возникающей на освещенной стороне Земли на высоте слоя Е ионосферы [1, 2]. Она определяется из магнитограмм высокого уровня профессиональной подготовки персоналом магнитной обсерватории, является средней сглаженной кривой нескольких, наиболее близких к текущей дате, спокойных составляющих напряженности магнитного поля.  $Sq$ -кривая необходима для вычисления  $K$ -индекса, который введен Дж. Бартельсом в 1938 г., и является одной из характеристик магнитного поля Земли. Он характеризует меру интенсивности геомагнитных возмущений в месте регистрации и используется в широком круге научных и прикладных задач физики атмосферы, ионосферы, распространения радиоволн и др.

Существующие методы автоматизации процедуры определения  $K$ -индекса не обеспечивают требуемую точность [1, 2]. Существенные погрешности некоторых из предложенных методов связаны с отсутствием средств адаптации к изменчивости  $Sq$ -кривой с течением времени. Эти методы основаны на предварительной обработке исходных магнитных данных, преобразующей их и, как следствие, искажающей конечный результат получения  $K$ -индекса.

Составляющие напряженности магнитного поля (магнитные сигналы) являются нестационарными и имеют сложную внутреннюю структуру, включают трендовые компоненты и различные по длительности, амплитуде и частоте флуктуации, характеризующие меру интенсивности возмущений магнитного поля и определяющие наличие либо отсутствие возмущений.

Авторами разработан метод автоматической идентификации возмущений в магнитном сигнале, основанный на конструкции вейвлет-пакетов [3, 4]. Ортонормированные базисы вейвлет-пакетов используют сопряженные зеркальные фильтры для разбиения частотной оси на отдельные интервалы различных размеров, что позволяет идентифицировать различные типы частотно-временных структур, формирующих сигнал, и провести их детальный анализ. Это дает возможность исследовать магнитные сигналы с достаточной степенью локализации, выделить содер-

жащиеся в нем возмущения и определить их интенсивность [5], а следовательно, реализовать процедуру определения спокойной суточной вариации в автоматическом режиме, полностью соответствующую ручному способу ее выделения.

### Описание метода

Конструкция вейвлет-пакетов предполагает рекурсивное разделение сигнала на компоненты, образующие дерево пространств, которое представляют в виде двоичного дерева (рис. 1), называемого в вейвлет-теории *деревом пространств вейвлет-пакетов*.

С каждым узлом  $(j, p)$  двоичного дерева связывают пространство  $U_j^p$ . В результате обработки магнитных сигналов они раскладываются на вейвлет-компоненты (рис. 2). В качестве базисной функции использовались вейвлеты Добеши третьего порядка.

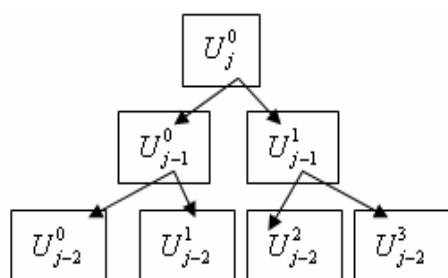


Рис. 1. Двоичное дерево пространств вейвлет-пакетов

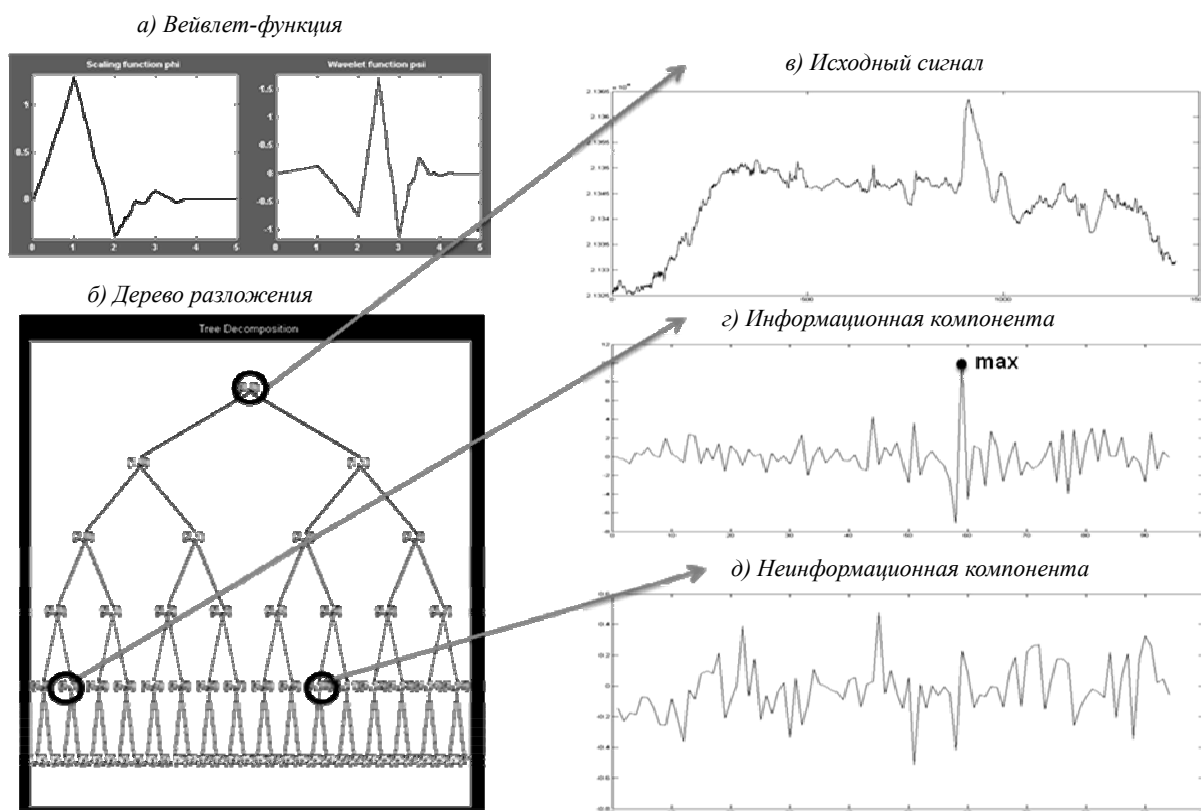


Рис. 2. Вейвлет-разложение суточной вариации магнитного поля 23.02.2008:

а – вейвлет-функция по базису Добеши 3; б – дерево разложения; в – компонента разложенного сигнала  $U_0^0$ ; г – компонента разложенного сигнала  $U_4^1$ ; д – компонента разложенного сигнала  $U_4^{10}$ .

На оси ОХ отмечены отсчеты сигнала (1 отсчет – 1 минута), на оси ОУ – значения  $H$  компоненты магнитного поля Земли (в нТл); г, д – значение вейвлет-коэффициентов

На рис. 2, в компоненте  $U_0^0$  соответствует исходный сигнал за сутки. Можно заметить, что во второй половине дня есть возмущение магнитного поля. Это возмущение отразилось в компоненте  $U_4^1$  в виде максимального значения (рис. 2, г). Таким образом, операция выделения возмущений может быть построена путем определения максимальных значений вейвлет-коэффициентов. Компонента  $U_4^{10}$  не является информативной, так как данное возмущение на ней не отразилось. Исследования с магнитными сигналами показали, что для выявления возмущений информативными являются ветки дерева вейвлет-пакета  $U_{-3}^1, U_{-4}^1, U_{-4}^3, U_{-4}^5, U_{-4}^6, U_{-5}^1, U_{-5}^2, U_{-5}^3, U_{-5}^5, U_{-5}^6, U_{-5}^7$  (рис. 3).

Многомасштабные возмущения проявляют себя на нескольких масштабных уровнях  $j, j \in I_M$  ( $I_M$  – множество индексов компонент, содержащих многомасштабные особенности). Поэтому они могут быть идентифицированы на основе проверки условия

$$\sum_{j \in I_M} |d_n^j| > T_{\text{спок}},$$

где  $T_{\text{спок}}$  – пороговое значение, определяющее наличие в сигнале многомасштабного возмущения.

Результаты экспериментов с магнитными данными за 2008 г. показали, что предложенный метод позволил выявить возмущения магнитного поля и реализовать процедуру идентификации спокойной суточной вариации в автоматическом режиме, которая по методике полностью соответствует ручному способу ее определения.

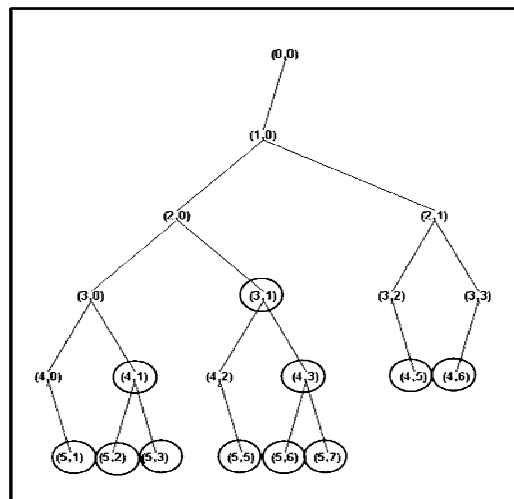


Рис. 3. Информативные компоненты вейвлет-пакета (черным кругом отмечены информативные компоненты)

### Литература

1. Космическая среда вокруг нас / Н. Будько, А. Зайцев, А. Карпачев, А. Козлов, Б. Филиппов. – Троицк: ТРОВАНТ, 2006. – 232 с.
2. Головкин В.П., Папиташивили В.О., Папиташивили Н.Е. Автоматизированное вычисление  $K$ -индексов с использованием метода естественных ортогональных составляющих // Геомагнетизм и аэрономия. – 1989. – Т. 29, № 4. – С. 667–670.
3. In. *Daubechies. Ten Lectures on Wavelets* / Пер. с англ. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001.
4. *St. Mallat. A Wavelet tour of signal processing* / Пер. с англ. – М.: Мир, 2005.
5. Мандрикова О.В. Моделирование геохимических сигналов на основе вейвлет-преобразования. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – 123 с.

УДК 519.63+532

## ЧИСЛЕННЫЕ СХЕМЫ РЕШЕНИЯ ДВУМЕРНОГО УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КООРДИНАТАХ

А.А. Чермошенцева<sup>1</sup>, И.С. Плотникова<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup>Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: allachermoshentseva@mail.ru

Представлена математическая постановка задачи теплопроводности в цилиндрических координатах, описаны начальные и граничные условия. Обоснована необходимость для решения задачи использования численных методов. Рассмотрены различные разностные схемы и шаблоны, а также вопросы точности и сходимости.

**Ключевые слова:** двумерное уравнение теплопроводности, теплообмен скважины с окружающей породой, разностные схемы.

**Numeric schemes of solution of two-dimensional equation of thermal conductivity in cylindrival coordinates.** A.A. Chermoshentseva<sup>1</sup>, I.S. Plotnikova<sup>2</sup> (<sup>1, 2</sup>Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia, 683003)

Mathematical problem of heat transfer in cylindrical coordinates was presented. Initial and border conditions were described. The necessity of problem solving for using the numerical methods was proved. Various subtractive schemes, patterns, questions of accuracy and convergence were considered.

**Key words:** two-dimensional equation of thermal conductivity, heat exchange of the well and surroundings, subtractive schemes.

Задача теплопроводности является одной из типичных нестационарных задач математической физики. Разведка и разработка геотермальных месторождений требует решения такой задачи при рассмотрении теплообмена скважины, окруженной практически неограниченным природным массивом горных пород, с потоком движущегося теплоносителя. Учитывая конструкцию скважины, целесообразно ввести цилиндрические координаты. Тогда для скважины с осесимметричным распределением температур, не имеющей внутренних источников теплоты, задача теплообмена с окружающей горной породой при моделировании пароводяного потока в стволе геотермальной скважины сводится к решению двумерной задачи теплопроводности [1, 2]:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \left( \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right), \quad (1)$$

где  $T$  – температура;

$\tau$  – время;

$r$  – радиус-вектор;

$z$  – аппликата;

$a$  – коэффициент температуропроводности, определяемый по формуле

$$a = \frac{\lambda}{c\rho}, \quad (2)$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности;

$\rho$  – плотность;

$c$  – удельная теплоемкость ( $c_v = c_p = c$ ).

Чтобы дать полное математическое описание рассматриваемому процессу, к дифференциальному уравнению необходимо еще добавить краевые условия. Начальные условия необходимы для нестационарных задач и представляют собой задание закона распределения температуры массива горных пород (температурное поле) в начальный момент времени. Граничные условия могут быть заданы несколькими способами. Граничные условия первого рода задают распределение температуры на стенке скважины для каждого момента времени, второго рода – значения плотности теплового потока на стенке скважины для любого момента времени, и граничные условия третьего рода задают температуру массива окружающих горных пород и закон теплообмена между скважиной и породой. Отметим также, что в [3] приведены граничные условия четвертого рода, отображающие нагрев (охлаждение) системы тел, находящихся в соприкосновении (идеальный тепловой контакт).

Дифференциальное уравнение в частных производных (1) вместе с начальными и граничными условиями дает полную математическую формулировку краевой задаче теплопроводности от скважины к массиву горных пород. Поставленная таким образом задача решается аналитически или численным методом.

Точное аналитическое решение задач математической физики обычно требует интегрирования дифференциальных уравнений с частными производными, включающих искомые функции, в некоторой пространственно-временной области, на границе которой эти функции подчинены краевым условиям. В курсах уравнений математической физики изложен ряд методов, позволяющих найти аналитическое решение [4] для весьма ограниченного класса задач. Как правило, это простейшие одномерные задачи в областях простой формы. Точные методы решения весьма часто наталкиваются на проблемы, которые становятся непреодолимыми при рассмотрении нелинейных задач. И тогда основным способом решения являются численные методы.

Важно, что использование численных методов позволяет отказаться от упрощенной трактовки математической модели процесса. Благодаря своей универсальности и наличию хорошо разработанной теории наиболее часто применяются разностные методы приближенного решения



уравнения теплопроводности [5–17]. Метод конечных разностей основан на замене производных их приближенными значениями, выраженными через разностные значения функции в отдельных дискретных точках (узлах). Дифференциальное уравнение при этом заменяется эквивалентным соотношением в конечных разностях (разностная схема), решение которого сводится к выполнению алгебраических операций. Расчетное соотношение приводится к виду, где будущая температура в рассматриваемой узловой точке является функцией времени настоящей температуры в рассматриваемых и соседних точках. Такие уравнения составляются для всех узловых точек рассматриваемой области, включая граничные. В результате получается замкнутая система алгебраических уравнений. Ввиду однотипности вычислений при решении такой системы представляется широкая возможность для использования современной вычислительной техники.

Составление разностных схем начинается с выбора шаблона (конфигурации узлов), участвующих в расчетах. Построенная разностная схема может быть явной, когда в каждом уравнении содержится только одно значение функции на следующем слое, и неявной, когда в каждом уравнении несколько значений функции на новом слое. Явные схемы имеют важное достоинство: они просто записываются и легко программируются на ЭВМ, при этом требуется выполнение некоторого условия, обеспечивающего сходимость.

Применение неявной схемы приводит на каждом слое к системе линейных уравнений. Матрица полученной системы будет трехдиагональной, а сама система решается алгебраической прогонкой.

Рассмотрим наиболее распространенные разностные схемы [5–8, 10, 14]:

1) явная схема треугольника (рис. 1, а):

$$\frac{T_m^{k+1} - T_m^k}{\Delta\tau} = \frac{T_{m-1}^k - 2T_m^k + T_{m+1}^k}{h^2},$$

где  $T_i^j$  – температура в  $i$ -й точке (в узле) в  $j$ -й момент времени;

2) схема Рундсона (рис. 1, б):

$$\frac{T_m^{k+1} - T_m^{k-1}}{2\Delta\tau} = \frac{T_{m-1}^k - 2T_m^k + T_{m+1}^k}{h^2};$$

3) неявная схема треугольника (рис. 1, в):

$$\frac{T_m^{k+1} - T_m^k}{\Delta\tau} = \frac{T_{m-1}^{k+1} - 2T_m^{k+1} + T_{m+1}^{k+1}}{h^2};$$

4) схема бегущего счета (рис. 1, г и 1, д):

$$\begin{aligned} \frac{T_m^k - T_m^{k-1}}{\Delta\tau} &= \frac{(T_{m-1}^k - T_m^k) + (T_{m+1}^{k-1} - T_m^{k-1})}{h^2}, \\ \frac{T_m^{k+1} - T_m^k}{\Delta\tau} &= \frac{(T_{m-1}^k - T_m^k) + (T_{m+1}^{k+1} - T_m^{k+1})}{h^2}, \end{aligned}$$

схема Кранка – Николсона (рис. 1, е):

$$\frac{T_m^{k+1} - T_m^k}{\Delta\tau} = \frac{T_{m-1}^{k+1} - 2T_m^{k+1} + T_{m+1}^{k+1}}{2h^2} + \frac{T_{m-1}^k - 2T_m^k + T_{m+1}^k}{2h^2}.$$

По шеститочечному шаблону можно записать более общую двуслойную схему:

$$\frac{T_m^{k+1} - T_m^k}{\Delta\tau} = \frac{\sigma}{h^2} (T_{m-1}^{k+1} - 2T_m^{k+1} + T_{m+1}^{k+1}) + \frac{1-\sigma}{h^2} (T_{m-1}^k - 2T_m^k + T_{m+1}^k).$$

Схема содержит весовой множитель при пространственной производной верхнего слоя  $\sigma$ . Меняя  $\sigma$ , можно добиться улучшения тех или иных свойств схемы. Так при  $\sigma = 0$  двуслойная схема шеститочечного шаблона становится явной схемой треугольника, при  $\sigma = 1$  получаем неявную схему треугольника, а при  $\sigma = \frac{1}{2}$  – схему Кранка – Николсона.

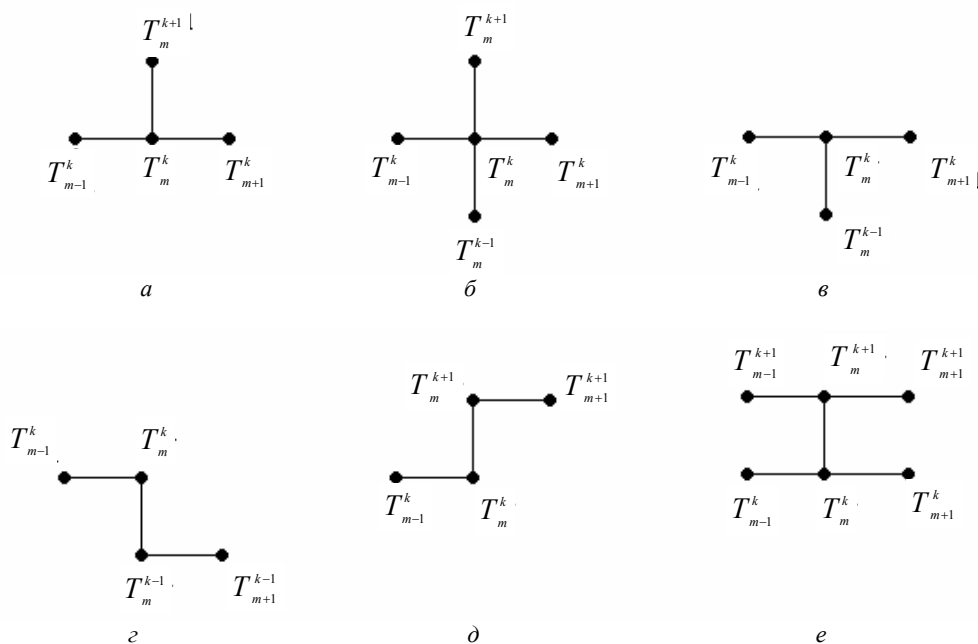


Рис. 1 Шаблоны разностных схем: а – явная схема треугольника; б – схема Ричардсона; в – неявная схема треугольника; г, д – схема бегущего счета; е – схема Кранка – Николсона

Наибольшее распространение получила схема Кранка – Николсона, позволяющая по сравнению с неявной треугольной схемой выполнять примерно в 10 раз меньше вычислительной работы для расчетов на одном и том же временном интервале [8]. К тому же она имеет более хорошую аппроксимацию и является абсолютно устойчивой.

Обобщенная схема шеститочечного шаблона для двумерного случая принимает вид:

$$\frac{T_{m,n}^{k+1} - T_{m,n}^k}{\Delta \tau} = (\Lambda_1 + \Lambda_2) (\sigma T_{m,n}^{k+1} + (1 - \sigma) T_{m,n}^k),$$

где  $\Lambda_i$  – разностный оператор:

$$\begin{aligned} \Lambda_1 &= T_{m+1,n}^k - 2T_{m,n}^k + T_{m-1,n}^k \\ \Lambda_2 &= T_{m,n+1}^k - 2T_{m,n}^k + T_{m,n-1}^k. \end{aligned}$$

Температуру в узловой точке  $T_{m,n}^k$  сопровождают три индекса:  $m$  и  $n$  – индексы координат,  $k$  – индекс времени.

Чтобы определиться с тем, какую из схем следует использовать при решении конкретной задачи, необходимы оценки их точности, сходимости, устойчивости. Оценки точности схем являются асимптотическими при стремлении шага к нулю, но даже быстродействующие современные ЭВМ не позволяют считать сложные реальные многомерные задачи с достаточно малым шагом. Если взять  $n$  интервалов по каждой из переменных, то сетка для  $p$ -мерной задачи будет содержать  $n^p$  узлов. Реально может оказаться, что схема первого порядка точности на грубых сетках даст более точный результат, чем схема второго порядка точности, хотя на подробных сетках соотношение будет обратным. Обычно априорные оценки точности схем далеки от оптимальных и бывают завышены в десятки-сотни. Кроме того, не всякая сходящаяся разностная схема гарантирует получение качественного решения. Так, сходимость в гильбертовой норме (среднеквадратическая сходимость) обеспечивает передачу только некоторых интегральных характеристик решения, в чебышевской (сходимость в среднем) – обеспечивает хорошее качество решения только на подробной сетке, а на грубой сетке часто возникает так называемая разболтанка, и результаты расчета получаются непригодными. Выбор метрического пространства фактически определяет класс функций, в которых следует искать решение. Чебышевская норма является более сильной, чем гильбертова, но ее использование не всегда удобно и во многих задачах необязательно. Для каждой конкретной задачи выбор пространств определяется в первую очередь физическим смыслом задачи, и только потом принимаются во внимание чисто математиче-

ские соображения, такие, например, как возможность доказать сходимость. Так, в задачах о нагреве тела потоком тепла даже норма  $L_1$  удовлетворительна [8], поскольку температура тела определяется интегралом от потока по времени.

Рассмотрим существующие подходы к решению двумерных задач. В первом подходе время протекания процесса теплопроводности разбивают на последовательность интервалов  $\Delta t$  и проводят аппроксимацию производных искомых функций во времени, затем переходят к многомерной стационарной задаче относительно распределений этих функций в момент времени  $\tau_k$  в конце каждого  $k$ -го интервала. Полученную в результате задачу можно решить приближенными аналитическими методами или численно.

Можно поступить наоборот (второй подход): ввести пространственную сетку и на ней аппроксимировать производные искомых функций по пространственным координатам. В результате получится система обыкновенных дифференциальных уравнений относительно меняющихся во времени узловых значений этих функций. Тогда задача сводится к задаче Коши.

Третий подход, объединяющий в себе первые два, связан с переходом к дискретной математической модели рассматриваемого процесса как в пространстве, так и во времени. Эта модель на каждом  $k$ -м интервале приводит к системе конечных уравнений относительно узловых значений искомых функций в момент времени  $\tau_k$  в конце этого интервала.

### Литература

1. Чермошенцева А.А. Течение теплоносителя в геотермальной скважине // Математическое моделирование. – 2006. – Т. 18, № 4. – С. 61–76.
2. Шулюпин А.Н., Чермошенцева А.А. Влияние теплообмена с окружающими породами на эксплуатационные параметры пароводяной скважины // Научный журнал КубГАУ. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – № 23(03).
3. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высш. шк., 1967. – 599 с.
4. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров. – М.: Наука, 1964. – 608 с.
5. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.: Энергоиздат, 1981. – 416 с.
6. Боглаев Ю.П. Вычислительная математика и программирование. – М.: Высш. шк., 1990. – 543 с.
7. Власова Е.А., Зарубин В.С., Кувыркин Г.Н. Приближенные методы математической физики. – М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2001. – 700 с.
8. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М.: Наука, 1978. – 512 с.
9. Лыков А.В. Тепломассообмен: Справочник. – М.: Энергия, 1978. – 479 с.
10. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. – М.: Наука, 1980. – 536 с.
11. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1989. – 614 с.
12. Самарский А.А., Гулин А.В. Устойчивость разностных схем. – М.: Наука, 1973. – 415 с.
13. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. – М.: Наука, 1989. – 429 с.
14. Самарский А.А., Попов Ю.П. Разностные методы решения задач газовой динамики. – М.: Наука, 1992. – 422 с.
15. Созинова Т.Е. Разработка метода расчета и исследования теплового и термонапряженного состояния крепи геотермальных скважин: Автореф. дис ... канд. тех. наук. – Иваново, 1997. – 24 с.
16. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1966. – 724 с.
17. Чермошенцева А.А. Численные методы: Учеб. пособие. (ДВ РУМЦ). – Петропавловск-Камчатский, Изд-во КамчатГТУ, 2008. – 110 с.

## РАЗДЕЛ II. ЭКОЛОГИЯ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 664.951

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ГИДРОБИОНТОВ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИОАГЕНТОВЛ.И. Балыкова<sup>1</sup>, М.А. Смирнов<sup>2</sup><sup>1, 2</sup>Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003<sup>1</sup>e-mail: balykova\_li@kamchatgtu.ru<sup>2</sup>e-mail: max.east86@mail.ru

В данной работе обсуждаются экспериментальные исследования охлаждения гидробионтов с использованием криоагентов, обеспечивающие увеличение сроков холодильного хранения, а также их экологическую безопасность.

**Ключевые слова:** азот, гидробионты, научные исследования, охлаждение, криоагенты, сроки хранения.

**Ecologically safe cooling of hydrobionts with the use of crioagents.** L.I. Balykova<sup>1</sup>, M.A. Smirnov<sup>2</sup>  
(<sup>1, 2</sup>Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia, 683003)

Experimental studies of hydrobionts cooling with the use of crioagents, which provide cold storage shelflife extension and ecological safety are discussed in the article.

**Key words:** azote, hydrobionts, scientific research, cooling, crioagents, shelflife.

В настоящее время около 95% добываемых гидробионтов подвергается наиболее распространенному способу консервирования – холодильной обработке, которая обеспечивает продление сроков хранения для промышленного производства и использования в оптово-розничной сети для реализации населению.

Холодильная обработка состоит из предварительного охлаждения, подмораживания, замораживания и последующего хранения гидробионтов при пониженной температуре. Использование холода позволяет в максимальной степени сохранять качество продукции и ее внешний вид в течение продолжительного времени, осуществлять перевозку и хранение, создавать продовольственные запасы.

Реализация гидробионтов населению происходит как в охлажденном, так и в мороженом виде.

Однако, несмотря на то, что хранение гидробионтов в охлажденном состоянии максимально обеспечивает качество продукта, лишь небольшая часть всего улова (10÷15%) попадает на прилавки магазинов в свежем виде, где пользуется повышенным спросом. Связано это с тем, что продолжительность хранения отдельных видов гидробионтов в охлажденном состоянии не велика и находится в пределах от 0,6 до 6 сут. Продолжительность хранения гидробионтов в охлажденном виде показана в таблице.

| Вид гидробионтов   | Продолжительность хранения гидробионтов в охлажденном виде, сут. | Среда, используемая для предварительного охлаждения |
|--------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Крабы              | 2÷3                                                              | Морская вода, дробленый лед                         |
| Креветки           | 4÷6                                                              | Морская вода, дробленый лед                         |
| Моллюски           | 0,6÷0,8                                                          | Морская вода, дробленый лед                         |
| Моллюски           | 3÷5                                                              | Проточная вода                                      |
| Морской еж         | 5                                                                | Морская вода                                        |
| Морской еж         | 2                                                                | Охлажденный воздух                                  |
| Лососи             | 2÷3                                                              | Лед, морская вода, охлажденный воздух               |
| Тресковые виды рыб | 2÷4                                                              | Дробленый лед                                       |

Известно, что минимальные изменения в гидробионтах наблюдаются в том случае, когда они сразу после вылова направляются на быстрое охлаждение.

Согласно [4] продолжительность охлаждения зависит от размеров гидробионтов, их формы, начальной и конечной температуры, теплофизических характеристик гидробионтов, а также свойств охлаждающей среды.

Способы охлаждения гидробионтов классифицируются по охлаждающей среде. В промышленности получили распространение следующие способы охлаждения гидробионтов: льдом, холодной морской водой, льдоводяной смесью, смесью льда и поваренной соли, а также воздухом [4].

Каждый из применяемых способов охлаждения имеет определенные преимущества и недостатки по сравнению с другими способами. Однако общий недостаток заключается в ограниченных сроках хранения гидробионтов в охлажденном состоянии.

Анализ литературных источников, а также данные, приведенные в таблице, показывают, что для достижения минимальных изменений в гидробионтах требуется быстрое охлаждение с использованием экологически безопасных охлаждающих сред, обладающих бактерицидными свойствами, что позволяет продлить сроки хранения в свежем виде.

Это может быть достигнуто за счет использования для обработки гидробионтов различных криоагентов.

Известно использование в пищевой промышленности следующих криоагентов: фреонов (R13, R14, R170, R50), твердого диоксида углерода, жидкого и газообразного азота и др. [1].

Известен опыт охлаждения и замораживания фреонами мяса птицы (курицы, индейки, утки) [3].

Такие фреоны, как R13 и R14, имеют достаточно низкую температуру кипения от минус 80°C до минус 130°C, что удовлетворяет условиям быстрого охлаждения продукта. Однако данные хладагенты являются хлорсодержащими веществами. В соответствии с «Монреальским протоколом по веществам, разрушающим озоновый слой» использование таких веществ в оборудовании запрещается. Хладагенты R170 (этан) и R50 (метан) являются взрывоопасными веществами, в связи с чем их применение в пищевой промышленности нежелательно.

Диоксид углерода – достаточно инертный при нормальных условиях двухатомный газ без цвета, вкуса и запаха. Он является дешевым нетоксичным, негорючим и экологически чистым ( $ODP = 0$ ,  $GWP = 1$ ) веществом. Температура сублимации твердой углекислоты при нормальном атмосферном давлении равна минус 78,5°C, теплота сублимации составляет 94,53 кДж/кг. Коэффициент теплоотдачи для газообразного диоксида углерода примерно составляет 40÷50 Вт/м<sup>2</sup>°C. Известно применение диоксида углерода для производства мороженого, хранения и охлаждения мясных и рыбных продуктов, молочных и кондитерских изделий [3].

Азот как криоагент является доступным газом, так как его содержание в атмосферном воздухе составляет 75,5%. Он является экологически безопасным, поскольку вырабатывается из окружающего воздуха и после использования снова растворяется в атмосфере, обладает бактерицидными свойствами. Температура кипения жидкого азота при нормальном атмосферном давлении равна минус 196,8°C, при этом он имеет следующие значения коэффициентов теплоотдачи в различных агрегатных состояниях: газообразного азота – 30÷50 Вт/м<sup>2</sup>°C; парожидкостной смеси азота – 120÷200 Вт/м<sup>2</sup>°C; жидкого азота – 1000 Вт/м<sup>2</sup>°C; кипящего азота – 3000÷6000 Вт/м<sup>2</sup>°C [3].

Наиболее приемлемым криоагентом для обработки пищевых продуктов является жидкий и газообразный азот. Связано это с тем, что он способствует не только быстрому и качественному охлаждению продукта, но и тормозит развитие аэробной микрофлоры, влияющей на качественные характеристики гидробионтов.

Анализ имеющихся результатов исследований, полученных для тунца [7], показал, что использование азота как экологически безопасного криоагента дает положительные результаты как для сокращения охлаждения, так и увеличения сроков последующего хранения тунца в свежем виде.

Известны исследования по использованию жидкого и газообразного азота для охлаждения с целью увеличения продолжительности холодильного хранения салаки, обитаемой в Балтийском регионе, которые дали хорошие результаты [6]. Так, например, при обмывке рыбы водой с добавлением в нее 20% азота от массы рыбы, последующее орошение рыбы 10% от ее массы жидким азотом и дальнейшее хранение в полимерных пакетах с добавлением в них 2÷3% жидкого азота от массы продукта, срок хранения увеличивается примерно в два раза.

Также известен способ охлаждения салаки жидким азотом в сочетании со льдом в соотношении азота, льда и рыбы 1 : 5 : 10, что позволяет вдвое дольше (по сравнению с использованием только льда) хранить охлажденную рыбу [7].

Вместе с тем, недостатком данных способов является неполное использование потенциала газообразного азота. Это приводит к большому расходу криоагента, значительная часть которого выбрасывается в окружающую среду.

Исследования по использованию азота в качестве охлаждающей среды, применимое к ценным гидробионтам, обитаемым в водах Дальневосточного региона, отсутствуют.

Для промышленного использования криоагентов с целью увеличения продолжительности хранения гидробионтов в охлажденном виде необходим комплекс научных исследований по совершенствованию существующих и разработке новых технологий охлаждения с использованием азота.

С целью проведения экспериментальных исследований по оценке эффективности способа охлаждения гидробионтов, обитаемых в водах Дальневосточного региона, с использованием жидкого и газообразного азота нами разработан экспериментальный стенд, схема которого представлена на рисунке.

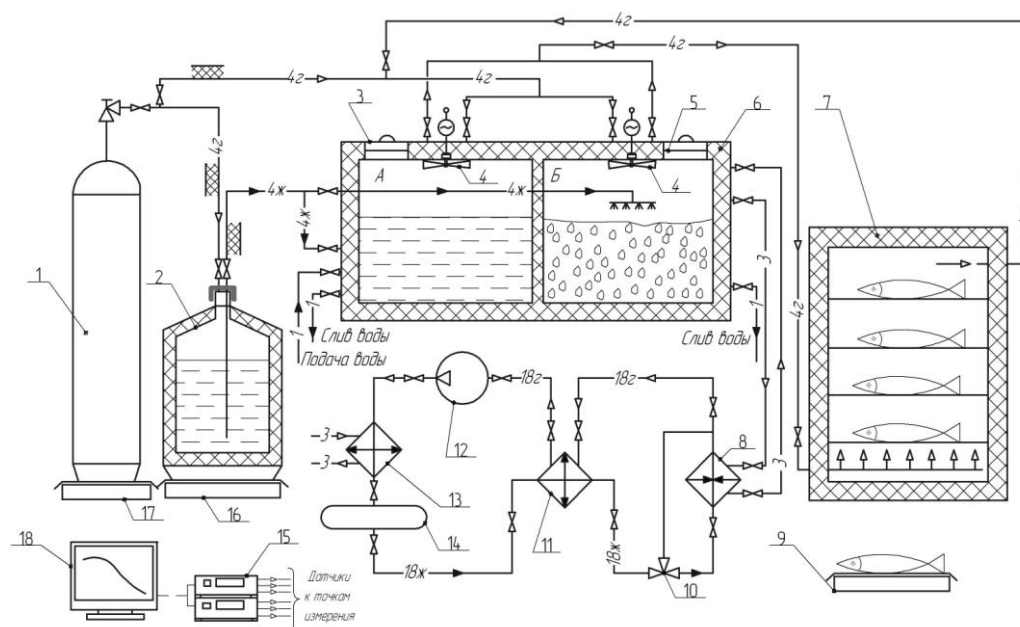


Схема экспериментального стенда для изучения процессов охлаждения гидробионтов с использованием криоагентов:

- 1 – баллон с газообразным азотом; 2 – сосуд Дьюара; 3, 5 – люк для загрузки и выгрузки гидробионтов и льда;
- 4 – вентилятор; 6 – камера охлаждения, состоящая из двух секций А и Б; 7 – камера хранения;
- 8 – воздухоохладитель; 9, 16, 17 – весы; 10 – регулирующий вентиль; 11 – регенеративный теплообменник;
- 12 – компрессор; 13 – конденсатор; 14 – линейный ресивер; 15 – прибор ИРТ-4; 18 – персональный компьютер

Стенд включает камеру (6), состоящую из двух емкостей А и Б, каждая из которых обеспечивает определенный вариант охлаждения. Загрузка и выгрузка гидробионтов и льда происходит через люки (3) и (5). Для интенсификации процесса охлаждения камера снабжена вентиляторами (4), вмонтированными в верхней части. Предусмотрены подача и слив воды, подача жидкого и газообразного азота, а также его отвод в камеру хранения (7). Для хранения жидкого азота предусмотрен сосуд Дьюара (2). Газообразный азот хранится в баллоне (1). Для контроля расхода азота используются весы (16) и (17). Регистрация режимных параметров работы стенда осуществляется контрольно-измерительными приборами ИРТ-4 (15) с визуализацией показаний на дисплее компьютера (18).

В экспериментальном стенде (см. рисунок) предусмотрено использование потенциала газообразного азота для дальнейшего охлаждения гидробионтов путем отвода паров азота с температурой от минус 40 до минус 45°C из камеры хранения в камеру охлаждения. Это позволяет значительно уменьшить расход азота на охлаждение гидробионтов, а также сократить затраты на его производство.

Данный стенд обеспечивает условия для проведения исследований по нескольким вариантам предварительного охлаждения гидробионтов:

*Вариант 1* – охлаждение водой с температурой  $t_w$  в пределах от 15 до 20°C и жидким азотом в соотношении азота, воды, продукта 1 : 5 : 10;

*Вариант 2* – охлаждение водой с температурой  $t_w$  в пределах от 15 до 20°C и газообразным азотом с температурой от минус 10 до минус 80°C;

*Вариант 3* – охлаждение водным льдом и жидким азотом в соотношении азота, льда, продукта 1 : 5 : 10;

*Вариант 4* – охлаждение водным льдом и газообразным азотом с температурой от минус 10 до минус 80°C;

*Вариант 5* – хранение в регулируемой газовой среде с содержанием азота 90% при температуре, близкой к криоскопической.

В качестве контрольного выбран вариант охлаждения гидробионтов путем пересыпания водным льдом. Исследования показали, что использование жидкого азота в смеси с водным льдом (азот : лед : продукт = 1 : 5 : 10) позволяет увеличить продолжительность (по сравнению с контрольным вариантом) хранения охлажденных двухстворчатых моллюсков в три раза. Последнее подтверждается результатами исследований качественных и органолептических показателей.

Дальнейшее увеличение сроков холодильного хранения гидробионтов возможно при использовании регулируемой газовой среды, обеспечиваемой повышенным содержанием азота (до 90%) [5].

### Литература

1. Архаров А.М., Беляков В.П. Криогенные системы. – М.: Машиностроение, 1987. – 536 с.
2. Быков В.П. Изменения мяса рыбы при холодильной обработке. – М., Агропромиздат, 1987. – 220 с.
3. Венгер К.П., Выгодин В.А. Машинная и безмашинная системы хладоснабжения для быстрого замораживания пищевых продуктов. – Рязань.: Узоречье, 1999. – 143 с.
4. Михайлова Н.Ф., Родин Е.М. Совершенствование способов холодильной обработки и хранения рыбы. – М.: Агропромиздат, 1987. – 206 с.
5. Маркова О.Н. Влияния жидкого и газообразного азота на удлинение сроков холодильного хранения мороженой рыбы Балтийского региона: Дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04.. – Калининград, 2004. – 151 с. РГБ ОД, 61:05-5/904
6. Семенов Б.Н. Разработка холодильной технологии тунца: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Л., 1990. – 31 с.
7. Семенов Б.Н., Акулов Л.А., Борзенко Е.И. Применение азотных технологий в процессах охлаждения, замораживания, хранения и транспортирования скоропортящихся продуктов. Ч.1 и 2. – Калининград: Изд-во КГТУ, 1994. – 278 с.
8. [www.fishnews.ru](http://www.fishnews.ru).

УДК 664.951

### ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОТЕОЛИЗА БЕЛКОВ В НЕРКЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПОСОЛА В ПРОЦЕССЕ ХОЛОДИЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

**М.В. Благонравова**

*Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: mvb@mail.kamchatka.ru*

В статье обсуждаются вопросы, связанные с исследованием интенсивности протеолиза белков в нерке низкотемпературного посола.

**Ключевые слова:** нерка, протеолиз белков, низкотемпературный посол, азот летучих оснований, небелковый азот, малосолёная рыба.

**Protein cleavage intensity in low-temperature salted sockeye during cold storage.** M.V. Blagonravova (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia, 683003)

This article covers the problems connected with the research of protein cleavage intensity in low-temperature salted sockeye.

**Key words:** sockeye, protein cleavage, low-temperature salting, azote of volatile base, non-protein azote, soft-salted fish.

Основным видом обработки лососевых рыб является посол. В настоящее время установлено, что употребление в пищу соленых продуктов, в том числе рыбы, приводит к избытку хлорида натрия в организме и вызывает повышение давления, то есть способствует развитию гипертонии. Избыток соли может вызывать осложнения в работе внутренних органов, желудочно-кишечного тракта, артерий и вен, повышает раздражительность нервной системы. Соль поглощает кальций, тем самым отбирая его у организма. Давно не вызывает сомнений связь ожирения с пересоленной едой.

При избыточном потреблении хлористого натрия ухудшается удаление растворимых в воде конечных продуктов обмена веществ через почки, кожу и другие выделительные органы [5]. Удерживая на тот или иной срок излишнюю жидкость в организме, натрий как составная часть поваренной соли оказывается причиной не только повышения артериального давления, но и давления внутриглазного, внутричерепного.

В связи с вышесказанным в настоящее время в мировой практике отмечается тенденция к снижению дозы хлорида натрия в пищевых продуктах и увеличению выпуска малосоленой рыбы, в том числе малосоленой продукции из лососевых, содержание соли в которой составляет 3–5%. Такая продукция обладает деликатесными вкусовыми свойствами, а также высокой пищевой и биологической ценностью.

Белки мяса лососевых рыб полноценны по содержанию незаменимых аминокислот. В мясе лососевых содержатся макро- и микроэлементы, витамины. В то же время производство малосоленой деликатесной продукции связано с трудностями по сохранению ее качества. При содержании соли в рыбе в пределах 3–5% хранение сопровождается обесцвечиванием, ухудшением консистенции, микробиальной порчей готовых продуктов. К проблемам производства малосоленой продукции из лососевых относят и медленное просаливание рыбы, что приводит к ослаблению консистенции мяса, особенно в околопозвоночной области.

Для изготовления малосоленой продукции из лососевых используют мороженую рыбу, так как при использовании рыбы-сырца создаются благоприятные условия для жизнедеятельности опасных для человека паразитов вида нематод *Anisakis simplex*, бактерий *Listeria monocytogenes*, а также портящих товарный вид рыбного сырья микроспоридий (*Myxosporidia*). Замораживание может рассматриваться как оптимальное средство инактивации опасных для человека микроорганизмов, а также как способ стабилизации качества лососевых на период необходимый, по меньшей мере, для транспортирования их из районов промысла.

Надо отметить, что перед посолом рыбу размораживают, обрабатывают солью, подвергают созреванию и хранят, причем готовую малосоленую продукцию предпочтительней хранить при температуре минус 18°C, то есть необходимо проводить повторное замораживание.

Низкотемпературный способ посола тихоокеанских лососевых, при котором совмещаются операции замораживания, холодильного хранения и посола, позволяет получать малосоленую продукцию из лососевых рыб с содержанием соли в мясе 3–5%, что соответствует требованиям ГОСТ 16080-2002 «Лососи дальневосточные соленые» [4]. Посол рыбы происходит при этом с наименьшими качественными и количественными потерями.

Технологическая схема производства малосоленой рыбы низкотемпературным посолом из тихоокеанских лососевых представлена на рис. 1.

Низкотемпературный посол позволяет в высокой степени сохранить технологические свойства и пищевую ценность соленых лососевых рыб. Известно, что существенная роль в биохимических процессах в тканях рыбы при замораживании и холодильном хранении отводится изменениям белков. Вкус, запах, консистенция мышечной ткани, стойкость рыбы при холодильном хранении и другие технологические свойства во многом определяются содержанием небелковых азотистых веществ [3].

В связи с этим работа была направлена на исследование интенсивности протеолиза белков в нерке низкотемпературного посола в процессе холодильного хранения. С этой целью нерку-сырец (*Oncorhynchus nerka*), соответствующую по качеству требованиям ТУ 9246-011-33620410-03, разде-



лывали на потрошеную обезглавленную, шприцеванием вводили солевой раствор, замораживали и хранили при температуре минус 18°C. Массовая доля соли в готовом продукте составляла 3–4%.

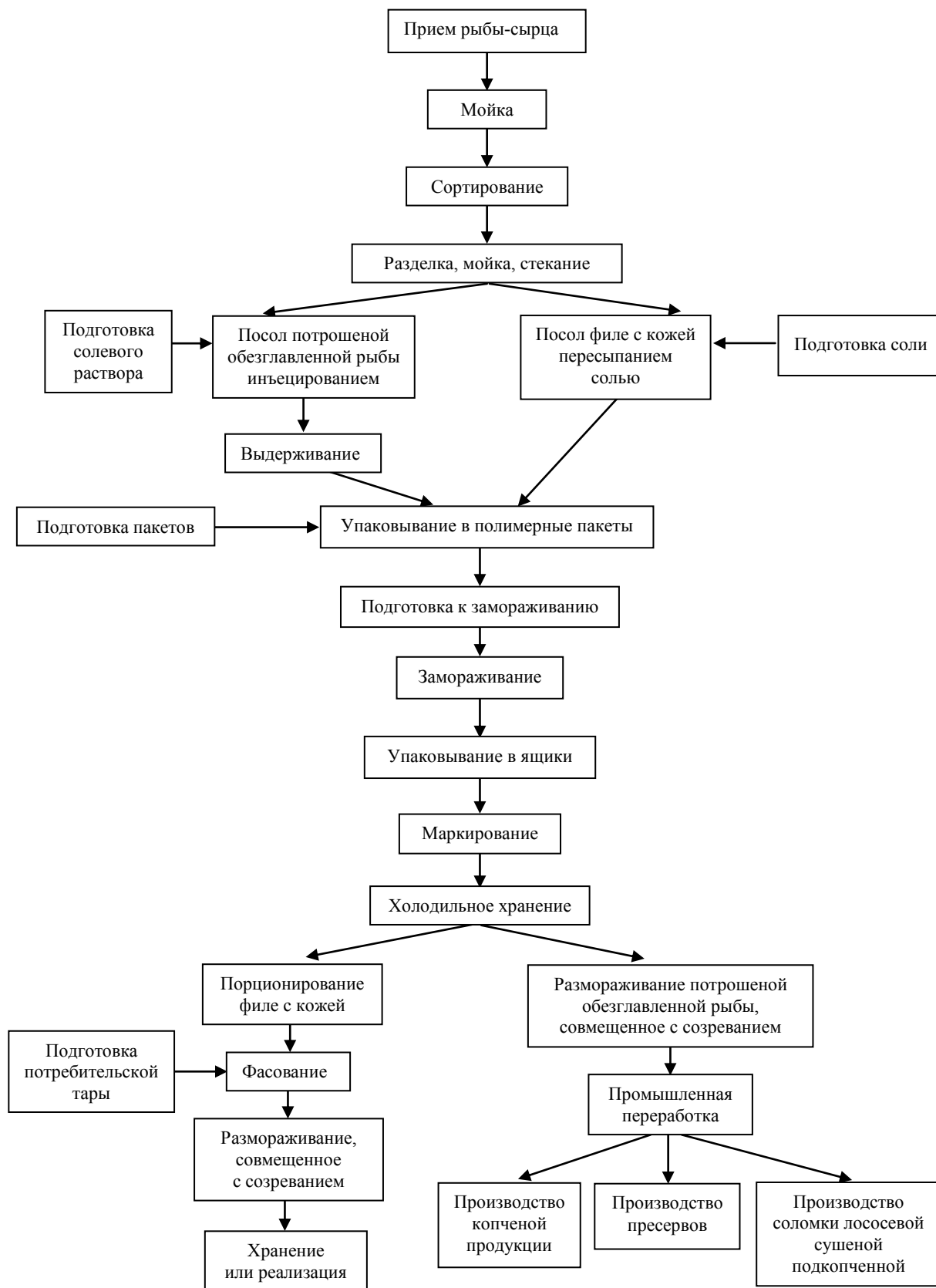


Рис. 1. Технологическая схема производства малосоленых тихоокеанских лососевых рыб низкотемпературным посолом

Для характеристики качественных изменений, происходящих в мясе рыбы, применялись физико-химические методы определения интенсивности протеолиза. Определение содержания азота летучих оснований проводили титриметрическим методом. С этой целью свободные и связанные летучие основания отгоняли паром. Образующийся при этом аммиак взаимодействовал с серной кислотой, избыток которой оттитровывали щелочью. Определение содержания небелкового азота проводили осаждением белка трихлоруксусной кислотой. Небелковый азот определяли в минерализованном фильтрате, полученном после осаждения белков трихлоруксусной кислотой.

Данные исследований других авторов [6] показывают, что в процессе холодильного хранения рыбы идет накопление азота летучих оснований. Из приведенных на рис. 2 данных видно, что содержание азота летучих оснований в мясе нерки низкотемпературного посола, хранившейся при температуре минус 18°C, в первые восемь месяцев холодильного хранения медленно растет, а далее идет более интенсивное изменение этого показателя, достигающего значения 19,4 мг на 100 г к концу 10-го месяца хранения.

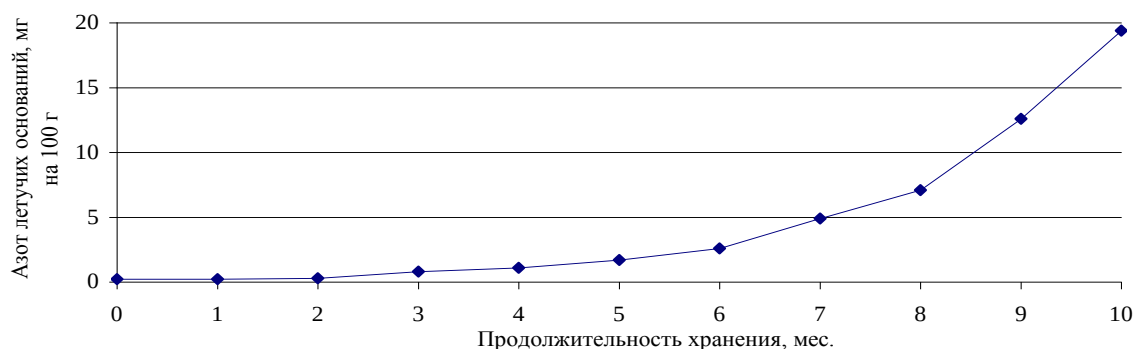


Рис. 2. Изменение содержания азота летучих оснований в нерке низкотемпературного посола в процессе холодильного хранения

Подобные результаты получены и при определении содержания небелкового азота в образцах нерки низкотемпературного посола в процессе холодильного хранения. На кривой, представленной на рис. 3, можно выделить два участка: до восьми месяцев хранения – накопление небелковых продуктов протеолиза выражено слабо (более пологий участок), затем идет более резкий рост  $N_{\text{нб}}$ . Коэффициент корреляции между этими показателями составляет 0,87, что говорит о высокой степени корреляционной зависимости между ними.

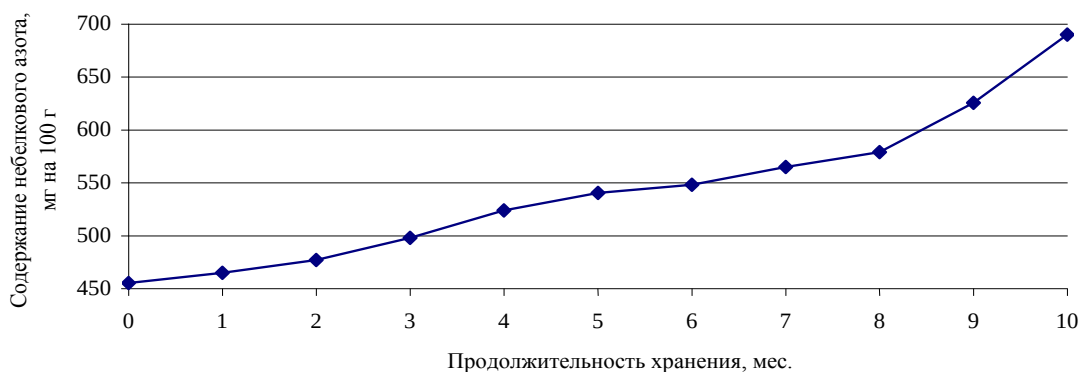


Рис. 3. Накопление небелкового азота в мясе нерки низкотемпературного посола в процессе низкотемпературного хранения

На основании вышесказанного сделано заключение о том, что в первые восемь месяцев холодильного хранения нерки низкотемпературного посола интенсивность протеолиза белков невысока, а затем накопление небелкового азота и азота летучих оснований идет значительно быстрее.

Проведенные исследования интенсивности протеолиза имеют большое значение при обосновании максимальной продолжительности холодильного хранения рыбы низкотемпературного посола. Хранение рыбы низкотемпературного посола происходит в течение двух периодов: первый – холодильное хранение соленой и мороженой, но не созревшей рыбопродукции при температуре минус 18°C; второй – хранение размороженной и созревшей малосоленой продукции, доведенной до полной кулинарной готовности, при температуре минус 4 – минус 8°C.

При посоле обезглавленной потрошеной рыбы инъектированием солевого раствора, последующем замораживании и хранении при температуре минус 18°C содержание соли в мясе рыбы 3% (нижний предел для малосоленой продукции) достигается сразу после шприцевания. Согласно литературным данным, продолжительность холодильного хранения при температуре минус 18 – минус 20°C, позволяющая достигнуть требуемого нормативными документами санитарно-паразитологического состояния продукции, составляет одни сутки [1, 2].

Следовательно, минимальный срок холодильного хранения при температуре минус 18°C рыбы низкотемпературного посола, посоленной инъектированием, составляет одни сутки. Рассмотренные выше результаты исследований свидетельствуют о том, что в течение восьми месяцев хранения при температуре минус 18°C протеолитические изменения в белках нерки низкотемпературного посола незначительны, что говорит о высоком качестве продукции во время исследуемого срока и позволяет сделать вывод о возможности продолжительного хранения рыбы низкотемпературного посола в замороженном состоянии с сохранением высокого качества.

Таким образом, низкотемпературный способ посола позволяет получать деликатесную малосоленую продукцию из лососевых видов рыб, обладающую высокими вкусовыми и пищевыми свойствами, избегая при этом трудностей по сохранению ее качества. Проведенные исследования позволяют утверждать, что качество такой продукции на протяжении длительного срока холодильного хранения остается высоким.

### Литература

1. Биденко М.С., Гаевская А.В., Перова Л.И. Выбор способа обработки рыбного сырья, зараженного паразитами // Рыб. хоз-во. – 1987. – № 5. – С. 60–62.
2. Мухина Л. Б., Дмитриева Е.Ю. Возбудитель листериоза – показатель биологической опасности рыбной продукции // Рыб. хоз-во. – 2002. – № 2. – С. 50–51.
3. Перова Л.И. Зависимость технологических характеристик мороженных рыб от их химического состава // Прогрессивная холодильная технология пищевой продукции из гидробионтов: Тр. АтлантНИРО. – Калининград: АтлантНИРО, 1990. – С. 19–30.
4. ГОСТ 16080-2002. Лососи дальневосточные соленые. Технические условия. Взамен ГОСТ 16080-70: Введ. 01.01.2004. – М.: Изд-во стандартов. – 11 с.
5. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е. и др. Пищевая химия / Под ред. А.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.
6. Влияние температурных режимов на сроки холодильного хранения сардин / Б.Н. Семенов, А.А. Харькин, М.А. Сергеева, Л.И. Николаева // Прогрессивная холодильная технология пищевой продукции из гидробионтов: Тр. АтлантНИРО. – Калининград: АтлантНИРО, 1990. – С. 54–60.

УДК 664.951

## НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕВЫХ – НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ПОСОЛ

М.В. Благодравова

*Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003*

*e-mail: mvb@mail.kamchatka.ru*

В статье обсуждается возможность использования гольца как объекта низкотемпературного посола, а также экономическая эффективность технологии низкотемпературного посола.

**Ключевые слова:** лососевые, разделка, низкотемпературный посол, солевой раствор, холодильное хранение, гольцы, гельминты.

**New technology of preservation of pacific salmon – low-temperature salting.** M.V. Blagondravova (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia, 683003)

Preservation of char using low-temperature salting technology is discussed. Question of economic efficiency of using low-temperature salting is covered.

**Key words:** salmon, dressing, low-temperature salting, salt solution, cold storage, char, helminths.

Рыбная промышленность Камчатки стоит перед проблемами замены и модернизации флота, расширения набора осваиваемых видов морских биологических ресурсов, восстановления прибрежного рыболовства и береговой переработки, перехода на комплексную безотходную технологию переработки различных видов сырья. Это требует новых технологий и оборудования, а значит – инвестиций.

Большинство предприятий нацелено на прямую добычу рыбы-сырца. Преобладают истощительные методы добычи. Наибольшей эксплуатации подвергаются рыбные ресурсы Охотского моря. Ведется хищнический промысел рыб, особенно лососевых (кета, горбуша, нерка, кижуч и др.). Формально действуют ограничения вылова, но фактически ресурсы лососевых неуклонно снижаются. Диверсификация пользования природными ресурсами, переход к рациональному природопользованию возможны только при переработке основного объема первичного сырья [10].

На кафедре «Технология рыбных продуктов» ФГОУ ВПО «КамчатГТУ» впервые в России в 2005 г. разработана и запатентована высокоэффективная ресурсосберегающая технология низкотемпературного посола. В ней впервые научно обоснован способ посола, заключающийся в совмещении процессов посола, замораживания, холодильного хранения и размораживания.

В лабораториях кафедры проведены работы по экспериментальному обоснованию технологических параметров низкотемпературного посола.

При проведении исследований решались следующие задачи:

- обоснование способа разделки рыбы;
- обоснование способа введения соли и количества используемого солевого раствора (соли);
- обоснование режима выдерживания рыбы перед замораживанием;
- обоснование рациональных способов замораживания рыбы низкотемпературного посола;
- обоснование технологических параметров процесса размораживания рыбы, совмещенного с созревaniem;
- определение допустимых сроков хранения мороженой рыбы низкотемпературного посола и готовой созревшей малосоленой продукции после размораживания.

Для решения поставленных задач изучали процесс накопления хлористого натрия в мясе лососевых рыб в процессе холодильного хранения с использованием различных методов введения соли, различного количества используемой соли при разделке рыб разными способами.

В дальнейшем была выбрана технология, отвечающая требованиям минимальной длительности технологических процессов и высокого качества готовой продукции.

На производство малосоленой продукции из лососевых дальневосточных рыб низкотемпературным посолом разработана и утверждена технологическая инструкция № 002-05. По качественным показателям готовая продукция отвечает требованиям действующего ГОСТ 16080-2002 «Лососи дальневосточные соленые». Кроме того, разработана нормативная документация на новый вид продукции – проект ТУ 926210-002-00471585-2005 «Лососи тихоокеанские мороженые малосоленые».

Низкотемпературный способ посола является актуальным для рыбной отрасли Камчатки, где добыча лососевых происходит в отдаленных районах и необходимо первичное консервирование сырья и доставка его к местам производства готовой деликатесной малосоленой продукции.

Основу вылова лососевых рыб камчатскими рыбаками обеспечивает горбуша (свыше 70% от общего вылова). В то же время считается, что ценность этого вида значительно ниже, чем других лососевых. Разработанная технология низкотемпературного посола позволяет значительно улучшить качество малосоленой продукции из горбуши, тем самым повысив технологическую ценность этой рыбы.

Надо отметить, что в организме лососевых видов рыб могут паразитировать некоторые гельминты, вызывающие заболевания у людей, особенно при употреблении сырой или недостаточно обработанной рыбы. К числу наиболее распространенных паразитов морских и океанических рыб относятся нематоды, в частности личинки рода *Anisakis* [4]. Они локализуются на внутренних органах, но могут быть найдены и в мышцах рыб, особенно в стенках брюшной полости; способны вызывать серьезные заболевания человека. Личинки анизакид выживают в условиях производства слабосоленых (5–8% соли) быстросозревающих (2–5 сут) изделий. При замораживании рыбных блоков при температуре минус 30°C в течение 16 ч и последующем хранении при минус 12 – минус 20°C личинки *Anisakis simplex* погибают через неделю. Замораживание также может рассматриваться как оптимальное средство инаktivации опасных для человека бактерий *Listeria monocytogenes* [7], цестод дифиллоботриумов (*Diphylobothrium* sp.) [3], а также портящих товарный вид рыбного сырья микроспоридий (*Myxosporidia*), вызывающих, например, образование опухолей на теле рыбы. Технология низкотемпературного посола, в которой посол совмещается с замораживанием рыбы, позволяет достигнуть необходимой паразитарной безопасности малосоленой продукции.

Также возможно производить малосоленую продукцию с высокими вкусовыми качествами по новой технологии из традиционно считающегося малоценным голец, запасы которого (квоты на добычу проходного гольца в 2008 г. составили для Карагинской промысловой подзоны 50 т, для Петропавловск-Командорской подзоны – 85 т, для Западно-Камчатской подзоны – 202 т, для Камчатско-Курильской подзоны – 236 т, всего в реках полуострова было разрешено выловить 573 т гольца) на настоящий момент используются недостаточно эффективно. Годовой вылов этих рыб может достигать 0,5–1,5 тыс. т [1].

Широкое распространение гольцов в водах Камчатки требует разработки новых технологий их переработки, которые позволили бы более эффективно использовать запасы этих рыб. По качеству мяса голец несколько уступает большинству других лососей. Так, в тканях внутренних органов кунджи и мальмы накапливается заметно меньше витамина А, чем у тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus*. В то же время в липидах гольцов и других видов тихоокеанских лососей много общего.

Мясо гольца розового цвета, очень нежное и сочное. Гонец является прекрасным сырьем для приготовления слабосоленой и копченой продукции, а также большого ассортимента консервов и кулинарных изделий. Использование низкотемпературного посола позволило бы улучшить качество соленых гольцов, так как этот способ консервирования позволяет получать малосоленую продукцию с более высокими органолептическими показателями.

Необходимо отметить, что в организме гольцов могут паразитировать некоторые гельминты, вызывающие заболевания у людей, особенно при употреблении сырой или недостаточно обработанной рыбы. Среди паразитов гольцов можно выделить около 30 видов, имеющих эпизоотическое и медицинское значение [2].

По типу воздействия на сырье различают несколько видов групп паразитов рыб: паразиты, представляющие опасность для человека, паразиты, изменяющие физико-химические свойства рыбы, и паразиты, портящие товарный вид рыбного сырья [9].

Часто гольцы поражены миксоспоридиями. Миксоспоридии (*Myxosporidia*) паразитируют в различных органах и тканях рыб. Некоторые виды миксоспоридий образуют скопления (цисты) в виде темных или светлых узелков величиной от долей миллиметра до одного сантиметра. Другие виды миксоспоридий диффузно рассеяны в тканях рыбы.

Отрицательное влияние на качество рыбы оказывают немногие виды миксоспоридий. Представители рода *Kudoa* поражают мышечную ткань и вызывают ее разжижение. Консистенция мяса зараженной рыбы обычно начинает ослабевать после засыпания рыбы вследствие возрастающей активности протеолитических ферментов паразита. Замедление действия этих ферментов, или инактивация, приводит к уменьшению количества рыбы с ослабленной консистенцией.

Рыба, пораженная миксоспоридиями, может быть использована для пищевых целей при условии применения специальных режимов обработки или при направлении ее на выпуск тех видов продукции, где дефекты консистенции незаметны. Замораживание временно приостанавливает процесс разжижения тканей.

Фауна паразитов гольцов нижнего и среднего течения р. Камчатка и оз. Кроноцкое насчитывает 47 видов, относящихся к 12 классам: *Myxosporidia* – 10 видов, *Ciliata* – 1, *Apicomplexa* – 1, *Monogenea* – 2, *Cestoda* – 8, *Trematoda* – 8, *Nematoda* – 8, *Palaeacanthocephala* – 3, *Hirudinea* – 1, *Crustacea* – 3, *Bivalvia* – 1, *Cephalaspidomorphi* – 1 [5].

Фауна паразитов гольцов определяется широким спектром питания. Большинство паразитов (67,8%) гольцы приобретают с пищей, 29,3% активно проникают в рыб, шесть видов гольцы получают через специфических переносчиков. Паразиты со сложным жизненным циклом (включая миксоспоридий) составляют 69,2%, с простым циклом развития – 28,3%. Среди первых наибольшим числом видов представлены трематоды (73 вида), а также скребни (34 вида), нематоды (33 вида) и цестоды (25 видов) [8].

У половозрелых гольцов на Камчатке отмечены воспаление желчного пузыря (миксоспоридии рода *Chloromyxum*), ерошение чешуи (*Myxosoma dermatobia*), язвенная болезнь (*Henneguya zschokkei*), циацефалез, эуботриоз (*Eubothrium salvelini*).

Как было указано выше, на территории Российской Федерации, в том числе и в Камчатском крае, регистрируются заболевания гельминтозами человека. К ним относятся дифиллоботриоз и анизакидоз. Возбудителями первого являются личинки цестод (плоских червей или лентецов), называемые плероцеркоидами, второго – личинки нематод (круглых червей) [6]. У лососевых рыб Камчатки паразитируют три вида плероцеркоидов рода *Diphyllbothrium*. Во многих водоемах Камчатки у гольца отмечена зараженность плероцеркоидами. Также у гольца обнаружена высокая зараженность анизакидными личинками. Голец в отдельные годы бывает одним из самых зараженных – до 91% и 30 экземпляров на рыбу.

Заражение человека живыми личинками дифиллоботриид и анизакид может происходить при употреблении в пищу слабосоленой рыбы. Личинки гибнут в условиях заморозки при температуре минус 20°C в течение 1–2 сут. Использование низкотемпературного посола, включающего в себя стадии замораживания и холодильного хранения, позволяет уничтожить опасных для человека паразитов в малосоленом гольце.

С целью определения экономической эффективности низкотемпературного способа посола были проведены исследования по определению норм отходов и потерь продукции по разработанной и традиционной технологиям.

Как показывают результаты исследований, выход готовой продукции в рыбе низкотемпературного посола составляет 91,5%, что выше чем в рыбе традиционного посола на 15,5%. Помимо увеличения массы за счет введения солевого раствора, разработанный способ посола позволяет снизить потери при замораживании и размораживании рыбы.

Коэффициент расхода сырья на единицу готовой продукции при производстве рыбы низкотемпературного посола ниже и составляет в опытном образце 1,093, в то время как в контрольном – 1,316. Всего величина отходов и потерь в процентах к массе рыбы сырья при посоле по разработанной технологии равна 8,5%, а по традиционной – 24%. Преимуществом низкотемпературного способа посола лососевых является больший выход готовой продукции, что дает значительный экономический эффект от внедрения этой технологии.

Произведенные расчеты экономической эффективности линии производства малосоленых лососевых низкотемпературным посолом (опытный образец) и по традиционной технологии (контрольный образец) позволили получить технико-экономические показатели, которые приведены в таблице.

| Показатель                                                | Значение показателя |                     |
|-----------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
|                                                           | Опытный образец     | Контрольный образец |
| Производство продукции в натуральном выражении в смену, т | 2                   | 2                   |
| Численность работающих, чел.                              | 10                  | 10                  |
| Расход электроэнергии, кВт/т                              | 45,4                | 42,2                |
| Расход воды, м <sup>3</sup> /т                            | 38,5                | 48,9                |
| Расход пара, кг/т                                         | –                   | 63,9                |
| Расход сырья, кг/т                                        | 1093                | 1316                |
| Себестоимость 1 т, тыс. руб.                              | 55,8                | 64,3                |
| Рентабельность продукции, %                               | 25,4                | 8,9                 |

Из таблицы видно, что при использовании низкотемпературного способа посола себестоимость 1 т малосоленой продукции снижается на 8,5 тыс. руб., а рентабельность повышается на 16,5%. Это связано с тем, что при использовании нового способа посола значительно снижается расход сырья.

Таким образом, применение низкотемпературного посола позволяет перерабатывать основной объем первичного сырья; технология является ресурсосберегающей, позволяет получать высококачественную продукцию из традиционно считающихся не самыми ценными видов рыб, достигая при этом необходимой паразитарной безопасности малосоленой продукции.

### Литература

1. Бугаев В.Ф. Многовидовой промысел лососей бассейна р. Камчатка // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. V науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 22–24 ноября 2004 г.). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2004. – С. 168–172.
2. Буторина Т.Е. Эколого-фаунистический анализ паразитов гольцов рода *Salvelinus* (*Salmoniformes: Salmonidae*) Голарктики: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Владивосток, 2009. – 18 с.
3. Вялова Г.П., Стеклова В.В. Паразиты мускулатуры горбуши // Рыб. хоз-во. – 1994. – № 2. – С. 42–43.
4. Гаевская А.В. О поражении морских рыб личинками анизакисных нематод // Рыб. хоз-во. – 1983. – № 8. – С. 35.
5. Горювая О.Ю. Экологические особенности гольцов рода *Salvelinus* (*Salmoniformes: Salmonidae*) Камчатки: анализ фауны и сообществ паразитов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 2008. – 25 с.
6. Карманова И.В. О некоторых видах паразитов лососевых рыб Камчатки, потенциально опасных для здоровья человека // Вестник КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007. – № 6 – С. 31–35.
7. Мухина Л.Б., Дмитриева Е.Ю. Возбудитель листериоза – показатель биологической опасности рыбной продукции // Рыб. хоз-во. – 2002. – № 2. – С. 50–51.
8. Паразитические черви рыб дальневосточных морей и сопредельных акваторий Тихого океана // Б.И. Лебедев, Т.П. Егорова, Т.Е. Буторина, Л.С. Швецова, С.Е. Поздняков, Е.М. Диденко, Г.Г. Шевченко, Г.Ф. Соловьёва. – Владивосток: ТИНРО-центр, 1999. – 123 с.
9. Сафронова Т.М. Сырье и материалы рыбной промышленности. – М.: Агропромиздат, 1991. – 191 с.
10. Шейнгауз А.С. Природопользование российского Дальнего Востока в аспекте связей с Северо-Восточной Азией: проблемы и перспективы // Вестник ДВО РАН. – 2005. – № 3 – С. 11–27.

УДК 664.951

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКА ПИЩЕВОГО ИЗ ТЕРМОФИЛЬНЫХ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ РОДА *PHORMIDIUM*****А.А. Ефимов<sup>1</sup>, М.В. Ефимова<sup>2</sup>, М.А. Походина<sup>3</sup>, И.А. Якушева<sup>4</sup>**<sup>1-4</sup>*Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: efimoff-a@mail.ru*

В статье обсуждаются вопросы рационального использования синезеленых водорослей как сырья для производства пищевой продукции. Представлена разработанная технология пищевого порошка из синезеленых водорослей гидротерм Камчатки.

**Ключевые слова:** термофильные синезеленые водоросли, промышленное культивирование, пищевой порошок, биомасса, центрифугирование, сушка, измельчение, показатели качества.

**Extraction of food powder from blue-green algae *Phormidium*.** A.A. Efimov<sup>1</sup>, M.V. Efimova<sup>2</sup>, M.A. Pohodina<sup>3</sup>, I.A. Yakusheva<sup>4</sup> (<sup>1-4</sup>Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia, 683003)

The article covers the problems connected with rational use of blue-green algae for food products production. The technology of blue-green algae (hot springs of Kamchatka) food powder is given.

**Key words:** blue-green algae, industrial cultivation, food powder, biomass, extraction, drying, blending, quality index.

Традиционным водорослевым сырьем для технологического использования являются бурые, красные, зеленые водоросли. Однако в последние десятилетия особо пристальное внимание ученых привлекли синезеленые водоросли. Они отличаются высокой продуктивностью (от 2 до 27 г сухого вещества с 1 м<sup>2</sup> водной поверхности в сутки); их химический состав характеризуется высоким содержанием белка (до 70–75% органической части), наличием биологически активных веществ (полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, пигментов, ферментов).

Большой интерес представляет использование термофильных синезеленых водорослей как сырья для производства пищевых продуктов. Это связано с особенностями химического состава, своеобразием физико-химических, структурных, функциональных свойств всех компонентов клеток термофилов, что обусловлено их приспособленностью к активной жизни при высокой температуре.

На Камчатке первые сборы и описания термофильных синезеленых водорослей были проведены А.А. Еленкиным в 1914 г. В 1955 г. исследования были продолжены С.И. Кузнецовым, а в последующие годы – Г.А. Заварзиным, М.В. Ивановым, Л.М. Герасименко, Т.И. Кузякиной, М.В. Ефимовой и другими. Однако основным направлением этих исследований являлось изучение морфологии и биологии развития синезеленых водорослей гидротерм Камчатки.

Вопросы, касающиеся возможностей использования синезеленых водорослей, представлены в работах таких ученых, как Н.Н. Лизько, Л.И. Домрачева, Т.И. Кузякина, Т.П. Белова, S. Kreitlow, O. Ciferri, Y. Hayakawa, T. Hirahashi, A.N. Glazer и др. Однако существующие методики предполагают выделение из синезеленых водорослей только одного компонента. Кроме того, при общности принципов существующих технологий имеются значительные, иногда совершенно противоположные, различия в конкретных параметрах, режимах. Многие авторы, предложив рекомендации и методики, подчеркивают неуниверсальность своих выводов, необходимость проведения комплекса исследований в каждом конкретном случае.

Промышленное культивирование микроводорослей с целью получения ценных компонентов пищи проводится в настоящее время во многих странах. Основным объектом культивирования являются водоросли рода *Spirulina*, обитающие в природе в озерах Африки и Мексики. Актуально использование в качестве объектов культивирования видов, обитающих на территории нашей страны.

На Камчатке существует возможность широкомасштабного производства биомассы синезеленых водорослей и их переработки. При получении биомассы перспективно использование термальных растворов в качестве питательной среды и источника энергии, что будет способствовать



значительному снижению энергетических затрат в производстве. Поэтому актуально проведение исследований по технологической переработке термофильных синезеленых водорослей, являющихся возобновляемым сырьем, естественная среда обитания которых – гидротермы Камчатки.

Существующие технологии получения продуктов на основе синезеленых водорослей в основном предусматривают выделение белков из биомассы путем их последовательной экстракции водой, растворами солей, раствором щелочи. При этом в раствор переходит до 70% содержащихся в биомассе белков, то есть наблюдается потеря значительной части белков и других ценных компонентов.

**Целью** проведенных исследований являлось научное обоснование технологии пищевого порошка из термофильных синезеленых водорослей рода *Phormidium*, доминирующих в большинстве горячих источников Камчатки.

**Объектами** исследований являлись биомасса термофильных синезеленых водорослей рода *Phormidium* (*Ph. ramosum* B.-Peters. и *Ph. ambiguum* Gom.) и готовая продукция – пищевой порошок.

Синезеленые водоросли от других видов сырья отличает, помимо наличия полноценного белка, наличие богатого комплекса витаминов и минеральных веществ. Поэтому целесообразно получать продукты из синезеленых водорослей по технологии, обеспечивающей максимальное сохранение всех ценных компонентов. Результаты исследования химического состава термофильных синезеленых водорослей рода *Phormidium* позволяют судить о целесообразности получения цельного по химическому составу продукта на основе биомассы [1].

Рациональным решением является использование всей биомассы, без удаления или выделения каких-либо пищевых компонентов, максимальное обеспечение сохранения всех биологически активных веществ. Так как наиболее устойчивой при хранении и в то же время удобной для использования формой готовой продукции является сухая порошкообразная или таблетированная, нами была разработана технология производства пищевого порошка.

Технология включает операции: прием сырья, отделение биомассы и промывание, концентрирование, дезинтеграцию, термическую обработку, сушку, охлаждение, измельчение, магнитное сепарирование, упаковывание, хранение.

В качестве сырья использовали биомассу термофильных синезеленых водорослей рода *Phormidium*, культивированных в искусственных условиях. Суспензию, содержащую клетки и трихомы водорослей, немедленно направляли на переработку.

Поступающая из фотореактора на обработку суспензия содержала от 5 до 10 г/дм<sup>3</sup> сухого вещества биомассы. На поверхности клеток, волокон водорослей находилось большое количество жидкого субстрата, содержащего неорганические соли, в основном сульфаты, продукты метаболизма водорослей.

Биомасса была насыщена кислородом, выделившимся в процессе фотосинтеза и не успевшим раствориться в субстрате или всплыть к поверхности. В связи с этим часть биомассы имела плотность меньшую, чем плотность воды, что затрудняло процесс центрифугирования. Поэтому отделение биомассы удалением культуральной среды и промывание проводили одновременно на сите.

На эффективность промывания оказывали влияние количество воды, интенсивность ее подачи, размер ячеек сита. Промывание осуществляли проточной питьевой водой, соответствующей требованиям СанПиН 2.1.4.1074, температурой не выше 15°C для предотвращения изменения нативных свойств компонентов водорослей, уменьшения деструкционных микробиологических процессов. Воду охлаждали льдом. Процесс вели до исчезновения в промывной воде следов преобладающего в культуральной среде компонента – сульфатов. Наличие сульфат-ионов определяли реакцией с ионами бария. Интенсивность выпадения осадка сульфата бария, мутность раствора определяли с помощью фотоэлектроколориметра КФК-2.

Для интенсификации процесса промывание осуществляли при перемешивании с использованием блендера «Bosch» при частоте вращения лопастей 0,5; 1; 1,5; 2 с<sup>-1</sup>. Интенсивность процесса промывания, оцениваемая по времени, необходимому для полного исчезновения сульфат-ионов, увеличивалась с ростом частоты вращения ротора перемешивающего устройства, однако при частоте вращения 1,5 с<sup>-1</sup> появлялись признаки разрушения клеточных оболочек и вытекания внутриклеточной жидкости, содержащей растворенные пигменты: промывная вода приобретала сине-фиолетовую окраску. Цвет промывной воды контролировали органолептически.

При медленном перемешивании с частотой оборотов 1,0 с<sup>-1</sup> клеточные стенки не повреждались, не происходило их вымывания и потерь внутриклеточного содержимого. При этом продолжительность промывания по сравнению с режимом 1,5 с<sup>-1</sup> увеличивалась лишь на 0,5 мин.

Расход воды в десятикратном количестве по отношению к массе влажных водорослей обеспечивал в проточном режиме полное удаление загрязнений при любых режимах обработки.

Нити (трихомы) синезеленых водорослей рода *Phormidium* длиной около 5–20 мм связаны между собой полисахаридной слизью. Такие структуры хорошо задерживались на сите с крупной ( $1,5 \times 1,5$  мм) ячейей. Размер ячейки оказывал влияние на потери биомассы за счет потери отдельных клеток, целых трихомов с промывными водами. Для выбора размера ячейки промывание проводили на ситах с размером ячейки  $1,5 \times 1,5$ ,  $1,0 \times 1,0$ ,  $0,5 \times 0,5$  мм. Минимальные потери (0,5% от массы исходного сырья) получили при использовании сита с размером ячейки  $0,5 \times 0,5$  мм. Однако при этом режиме из-за забивания ячейки сита биомассой резко возросла продолжительность промывания. Рациональным решением оказалось промывание биомассы на сите с размером ячейки  $1,0 \times 1,0$  мм.

Целью концентрирования биомассы являлось удаление излишней влаги. После промывания биомассы содержание влаги в ней достигало 98%. На последующих операциях необходимо было удалить влагу из продукта до содержания не более 8%. Основная часть влаги удаляется высушиванием, что требует большого расхода энергии и влияет на качество продукта. Целесообразно максимально возможное количество влаги удалить нетепловыми методами. Значительная часть влаги являлась свободной, находилась на поверхности водорослей и легко удалялась отстаиванием, фильтрованием, центрифугированием.

Отделение влаги проводили центрифугированием в лабораторных центрифугах ОС-6М и ОПН-8. Центрифугирование проводили при значениях фактора разделения 1000g, 1250g, 1500g, 1750g. Эффективность отделения воды с увеличением значения фактора разделения закономерно увеличивалась (рис. 1).

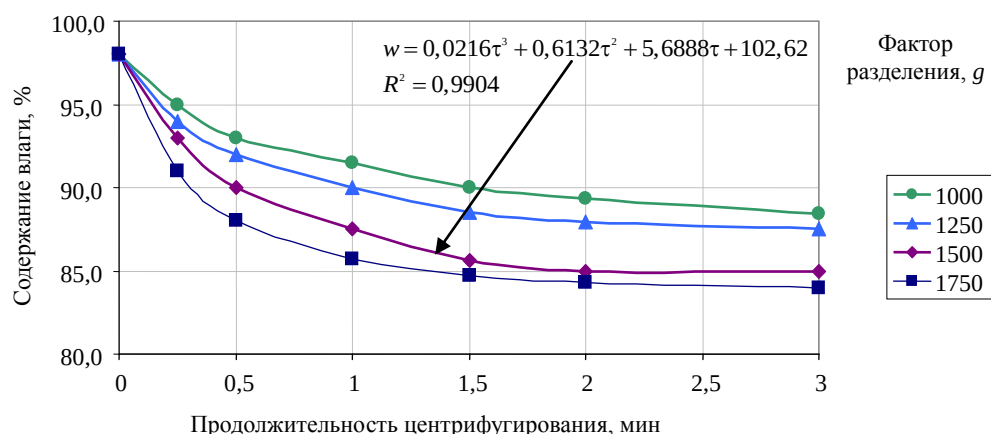


Рис. 1. Зависимость изменения содержания влаги в осадке от продолжительности центрифугирования при разных значениях фактора разделения

Как видно из рис. 1, скорость отделения влаги при увеличении продолжительности процесса уменьшалась и после 2 мин центрифугирования при факторе разделения 1000g становилась незначительной, что указывало на практически полное отделение свободной влаги с поверхности клеток и трихомов. Дальнейшее отделение свободной влаги увеличением продолжительности центрифугирования было нецелесообразно.

Удаление внутриклеточной влаги, как показали эксперименты, достигалось при факторе разделения 1750g, обнаруживались признаки разрушения клеточных оболочек и вытекания внутриклеточного содержимого, центрифугат приобретал мутность и слабый сине-фиолетовый оттенок. Процесс контролировали с помощью фотоэлектроколориметра КФК-2 измерением оптической плотности центрифугата на длине волны 440 нм, близкой к максимуму пропускания основных водорастворимых пигментов – фикоэритрина и фикоцианина.

Таким образом, рациональным режимом центрифугирования является величина фактора разделения 1500g, продолжительность 3 мин до конечного содержания сухих веществ 15%.

После отделения влаги биомассу измельчали. Измельчение необходимо для сокращения продолжительности последующей сушки, так как клеточные стенки, слизистые чехлы водорослевых нитей препятствуют испарению внутриклеточной влаги. Кроме того, необходимо разрушить волокнистую структуру биомассы, которая препятствует перемешиванию при сушке, затрудняет испарение влаги из волокон, находящихся внутри массы. Эксперименты показали, что при тонком измельчении влажного сырья происходило изменение цвета массы от темно-зеленого до бурого, придававшего продукту непривлекательный вид. Процесс происходил лишь

при такой степени измельчения, при которой разрушались клеточные оболочки, высвобождалось внутриклеточное содержимое, вызывавшее понижение pH среды до слабокислой. В кислой среде хлорофилл превращался в феофитин, имеющий коричнево-серую окраску.

При получении из биомассы хлорофилла для предотвращения феофитинизации добавляют компоненты, предотвращающие понижение pH среды – карбонат кальция, карбонат магния. На последующих этапах обработки эти компоненты остаются в шроте и удаляются с отходами, то есть не загрязняют готовый продукт. При получении водорослевого порошка удалить эти малорастворимые неорганические компоненты из биомассы очень сложно. Поэтому вводить такие добавки в измельченную биомассу нецелесообразно.

Введение в состав смеси растворимых неорганических соединений для регулирования кислотности также нежелательно, так как эти соединения неизбежно перейдут в готовый продукт. Для освобождения от них потребуются введение дополнительных операций.

Рациональным решением явилось ограничение степени измельчения разрушением волокнистой структуры биомассы. Определение необходимой степени измельчения волокон производили, основываясь на структурно-механических свойствах получаемой измельченной массы, пригодности ее для перемешивания во время сушки, отсутствия комкования. Данные параметры определяли органолептически.

Размер измельченных волокон, определяющий рациональные режимы проведения дальнейших операций, составил 2–5 мм. При этом не происходило комкование, накручивание волокон на рабочие органы перемешивающего устройства, достигалась структурная однородность продукта, его равномерное распределение при последующей сушке. При такой степени измельчения не отмечали изменение цвета массы – она оставалась темно-зеленой, без коричневого оттенка. Требуемой степени измельчения достигали в мельнице РМ 120 при скорости вращения ножей  $17 \text{ с}^{-1}$  в течение 10 с. При микроскопировании отмечали незначительное количество разрушенных трихомов и клеток. Полученная в результате операции пюреобразная масса содержала 85% влаги.

Зависимость изменения содержания влаги от продолжительности сушки определяли по времени достижения в образцах содержания влаги 8% (рис. 2). Начальное содержание влаги составляло 85%.

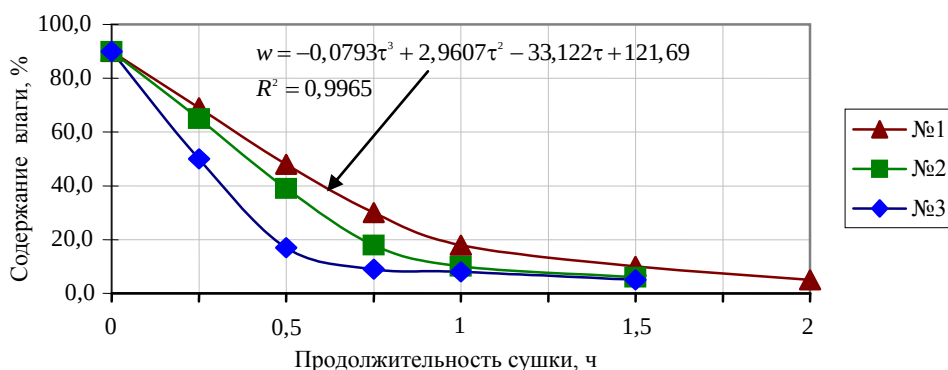


Рис. 2. Зависимость изменения содержания влаги от продолжительности сушки: образец № 1 – измельчен до размера волокон 2–5 мм, образец № 2 – измельчен до разрушения трихомов (0,1–0,2 мм), образец № 3 – измельчен до разрушения клеточных стенок (0,0005–0,0006 мм)

Как видно по кривым сушки (рис. 2), в образце № 1 критическая точка, означающая окончание первого периода сушки и удаление свободной влаги, достигалась через 1 ч процесса высушивания – на 30 мин позже, чем в образце № 3. Общая продолжительность сушки образца № 1 до содержания влаги 8% составила 1,5 ч, что на 0,5 ч больше, чем продолжительность сушки образца № 2, измельченного до разрушения трихомов. Тем не менее выбранную степень измельчения до длины волокон 2–5 мм (образец № 1) следовало принять оптимальной, так как при ней биомасса не изменяла цвет и приобретала приемлемые структурно-механические свойства.

При переработке синезеленых водорослей необходимо учитывать некоторые особенности их биохимического состава. Как все быстрорастущие организмы, они содержат значительное количество нуклеиновых кислот. Их повышенное содержание в пище приводит к избыточному образованию мочевой кислоты, что, в свою очередь, может привести к подагре, отложению камней в почках и мочевом пузыре, к аллергии [2]. Некоторые виды водорослей в определенных условиях жизнедеятельности могут образовывать токсичные вещества. В процессе культивирования в биомассе может развиваться посторонняя микрофлора. Эти параметры контролируются на стадии культивирования. Тем не менее необходимо было ввести операцию, целью которой является нейтрализация указанных негативных факторов при технологической обработке.

Денуклеизация и детоксикация достигались тепловой обработкой при температуре 100°C в толще массы в течение 10 мин [3, 4]. Измельченную массу подвергали тепловой обработке в песочной бане при указанном режиме.

Сушку осуществляли с целью удаления из массы большей части влаги для обеспечения сохранения качества при хранении готового продукта.

Удаление влаги проводили инфракрасным излучением в электросушилке ЭСБИК-1,25/220 «Икар». Сушку осуществляли в тонком, не более 2 мм, слое продукта при постоянном движении со скоростью 0,5–1,0 м/с нагретого тэнами воздуха. Температура продукта при сушке не должна превышать 80–85°C для предотвращения спекания и пригорания продукта, разрушения термолабильных аминокислот и витаминов [3].

Для предотвращения пересушивания верхнего слоя процесс проводили в два этапа. На первом этапе процесс вели при температуре 65–70°C до содержания влаги в слое продукта 18–20%. На втором этапе сушки температуру понижали до 40–50°C. При этом слой продукта высыхал равномерно, без образования пересушенных, изменивших цвет участков.

Сушку осуществляли до содержания влаги в продукте не выше 8%. После сушки продукт охлаждали в сушилке потоком холодного воздуха до температуры не выше 20°C.

Высушенную массу измельчали в мельнице «Циклон» МЛ-1 до порошкообразного состояния. Готовый порошок содержал не более 12% частиц размером до 60 мкм, 80% частиц размером 60–120 мкм, 8% – размером 120–200 мкм. Порошок пропускали через магнитный сепаратор УМП-1-0,5 для удаления металлических примесей. Содержание металлических примесей в готовом продукте не должно превышать 3,0 мг/кг.

Образцы порошка хранили в течение 6 мес в пакетах из модифицированных пленок на основе полипропилена, обладающих барьерными свойствами по отношению к водяному пару, при режимах, соответствующих режимам хранения аналогичных продуктов – при температуре воздуха не выше 18°C, относительной влажности не выше 75%, в условиях, предотвращающих застой воздуха.

На рис. 3 представлена технологическая схема получения пищевого порошка из биомассы термофильных синезеленых водорослей.



Рис. 3. Технологическая схема получения пищевого порошка из термофильных синезеленых водорослей рода *Phormidium*

Оценка качества готового порошка пищевого включала исследование его органолептических, химических показателей и показателей безопасности.

На пищевой водорослевой порошок разработан проект ТУ 9284-004-00471585-07 и разработана и утверждена ТИ № 005-07.

Органолептическую оценку качества продукции проводили на дегустационном совещании. Результаты оценки органолептических и химических показателей качества приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели качества порошка пищевого

| Наименование показателей                               | Характеристика                                                    |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Внешний вид                                            | Мелкий рассыпчатый порошок без комков и посторонних включений     |
| Цвет                                                   | Сине-зеленый, серо-зеленый, зеленовато-бурый                      |
| Вкус и запах                                           | Свойственный сухим водорослям, без постороннего запаха и привкуса |
| Содержание влаги, %                                    | 8,7                                                               |
| Содержание белка, % от сухого вещества                 | 21,2                                                              |
| Содержание жира, % от сухого вещества                  | 1,0                                                               |
| Содержание усваиваемых углеводов, % от сухого вещества | 5,7                                                               |
| Энергетическая ценность 100 г продукта, ккал           | 116,6                                                             |
| Посторонние примеси                                    | Нет                                                               |

Результаты оценки безопасности пищевого порошка из синезеленых водорослей приведены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Микробиологические показатели порошка пищевого

| Наименование показателей                        | Единицы измерения | Результаты испытаний | Норма по СанПиН 2.3.2.1078. Индекс 1.3.7.8 |
|-------------------------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------------------------------|
| КМАФАнМ                                         | КОЕ/г             | $1,2 \times 10^3$    | Не более $5 \times 10^4$                   |
| Плесени                                         | КОЕ/г             | 0                    | Не более 100                               |
| БГКП в 0,1 г продукта (колиформы)               | —                 | Не обнаружены        | Не допускаются                             |
| Патогенные, в т. ч. сальмонеллы в 25 г продукта | —                 | Не обнаружены        | Не допускаются                             |

Таблица 3

Химические показатели безопасности порошка пищевого

| Наименование показателей | Единицы измерения | Результаты испытаний | Норма по СанПиН 2.3.2.1078. Индекс 1.3.7 |
|--------------------------|-------------------|----------------------|------------------------------------------|
| Токсичные элементы       |                   |                      |                                          |
| Свинец                   | мг/кг             | 0,193                | Не более 0,5                             |
| Мышьяк                   | мг/кг             | 0,137                | Не более 5,0                             |
| Кадмий                   | мг/кг             | 0,063                | Не более 1,0                             |
| Ртуть                    | мг/кг             | Менее 0,004          | Не более 0,1                             |
| Радионуклиды             |                   |                      |                                          |
| Цезий-137                | Бк/кг             | 0+2                  | Не более 200                             |
| Стронций-90              | Бк/кг             | $3,86 \pm 2$         | Не более 100                             |

Таким образом, результаты исследования качества и безопасности пищевого порошка из синезеленых водорослей позволяют сделать вывод о соответствии продукта требованиям нормативно-технической документации.

Для определения биологической ценности (табл. 4) и безопасности тестирование проводили с использованием инфузорий *Tetrahymena pyriformis*. Результаты биотестирования показали, что во всех образцах наблюдалась полная выживаемость инфузорий, отмеченная на основных стади-

ях приготовления водорослевого порошка (биомасса-сырец, готовый водорослевой порошок). Полученные данные подтверждают биологическую безопасность продукции.

Таблица 4

**Относительная биологическая ценность сырья и готовой продукции**

| Исследуемый образец                   | Относительная биологическая ценность, % |
|---------------------------------------|-----------------------------------------|
| Биомасса синезеленых водорослей-сырца | 52,1                                    |
| Водорослевой порошок                  | 68,3                                    |

Из данных табл. 4 следует, что в результате проведения технологических операций, включающих дезинтеграцию клеток и высокотемпературную обработку, вызывающую денатурацию белков синезеленых водорослей, повысилась относительная биологическая ценность продукта.

С целью установления сроков хранения порошка пищевого исследовали органолептические и микробиологические показатели. На протяжении контрольного периода хранения (207 сут) органолептическая оценка, которая проводилась на дегустационном совещании, не выявила изменений качества продукта. Микробиологический анализ продукта по истечении срока хранения показал соответствие показателей требованиям СанПиН 2.3.2.1078 (табл. 5). Из данных табл. 5 видно, что при хранении порошка пищевого стабильные значения микробиологических показателей наблюдались в течение всего срока хранения. При этом сроки хранения можно продлить, однако, в соответствии с п. 10.5 МУК 4.2.1847 [5], мы ограничили сроки хранения по фактически полученным результатам.

Таблица 5

**Изменение микробиологических показателей порошка пищевого в процессе хранения**

| Наименование показателей                        | Продолжительность хранения, сут. |                   |                   |                   |                   |
|-------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                                 | 0                                | 60                | 120               | 180               | 207               |
| КМАФАнМ, КОЕ/г                                  | $1,2 \times 10^3$                | $1,2 \times 10^3$ | $1,2 \times 10^3$ | $1,2 \times 10^3$ | $1,2 \times 10^3$ |
| Плесени, КОЕ/г                                  | Отсутств.                        | Отсутств.         | Отсутств.         | Отсутств.         | Отсутств.         |
| БГКП в 0,1 г продукта (колиформы)               | Отсутств.                        | Отсутств.         | Отсутств.         | Отсутств.         | Отсутств.         |
| Патогенные, в т. ч. сальмонеллы в 25 г продукта | Отсутств.                        | Отсутств.         | Отсутств.         | Отсутств.         | Отсутств.         |

В процессе разработки технологии порошка пищевого определили нормы потерь на технологических операциях и выход готовой продукции в соответствии с Методикой по определению отходов, потерь, выхода готовой продукции и расхода сырья и материалов при производстве пищевой, кормовой и технической продукции из гидробионтов (табл. 6). Коэффициент расхода сырца на единицу готовой продукции составил 5,1046.

Таблица 6

**Нормы потерь, выхода продукции, расхода сырья при производстве порошка пищевого из синезеленых водорослей рода *Phormidium***

| Характеристика направленного сырья                   | Потери в % к массе сырья, поступившего на операцию / от исходного сырья |                    |                       |                      |                    | Всего потерь в % к массе направленного сырья | Выход готовой продукции в % к массе направленного сырья | Коэффициент расхода сырья на единицу готовой продукции |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                                                      | Концентрирование                                                        | Дезинтеграция      | Термическая обработка | Сушка, охлаждение    | Измельчение        |                                              |                                                         |                                                        |
| Синезеленые водоросли рода <i>Phormidium</i> – сырец | $\frac{13,0}{13,0}$                                                     | $\frac{0,1}{0,08}$ | $\frac{1,0}{0,86}$    | $\frac{77,0}{66,25}$ | $\frac{1,0}{0,22}$ | 80,41                                        | 19,59                                                   | 5,1046                                                 |

Таким образом, в процессе проведенных исследований научно обоснована технология порошка пищевого, основанная на сушке дезинтегрированной, денуклеизированной биомассы, обеспечивающая выход готовой продукции в количестве 19,59% от массы направленного сырья,

позволяющей максимально сохранить все ценные компоненты химического состава сырья; разработана и утверждена технологическая инструкция по производству порошка пищевого, а также разработаны проекты технических условий на синезеленые водоросли рода *Phormidium* – сырец и на порошок пищевой из синезеленых водорослей рода *Phormidium*.

### Литература

1. Ефимов А.А., Ефимова М.В. Обоснование технологии получения пищевой добавки из синезеленых водорослей / Производственные технологии: Материалы науч. междунар. конф. 9–16 сентября 2007 г. (Римини) // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 11. – С. 84–85.
2. Толстогузов В.Б. Новые формы белковой пищи. – М.: Агропромиздат, 1987. – 304 с.
3. Грачева И.М., Иванова Л.А., Кантере В.М. Технология микробных белковых препаратов, аминокислот и биоэнергия. – М.: Колос, 1992. – 375 с.
4. Попова Т.Е. Развитие биотехнологии в СССР. – М.: Наука, 1988. – 200 с.
5. МУК 4.2.1847-04. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 31 с.

УДК 664.951

## ИССЛЕДОВАНИЕ АЗОТИСТЫХ ВЕЩЕСТВ КАЛЬМАРА КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕСЕРВОВ

А.В. Жуков<sup>1</sup>, М.В. Ефимова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail:efimoff-a@mail.ru

В статье приведена краткая характеристика химического состава кальмара как ценного объекта промысла, а также данные исследования азотистых веществ кальмара мороженого.

**Ключевые слова:** кальмары, азотистые вещества, белковые вещества, фракционный состав, азот летучих оснований.

**Research of nitrogenous compounds of squid used as a raw product for preserves production.**  
A.V. Zhukov<sup>1</sup>, M.V. Efimova<sup>2</sup> (<sup>1,2</sup>Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia, 683003)

Chemical composition of squid as a valuable object of fishery is presented. Research of nitrogenous compounds of frozen squid is considered.

**Key words:** squid, nitrogenous compound, protein substance, fractional composition, azote of volatile bases.

В последнее время резко возрос интерес к головоногим моллюскам. Вызван он неблагоприятным состоянием рыбных запасов и необходимостью изыскивать дополнительные биоресурсы, не используемые пока промыслом, которые могли бы восполнить дефицит белковой пищи. Целый комплекс особенностей ставит головоногих моллюсков в разряд ценных промысловых животных. Широкое распространение и способность образовывать плотные скопления, дающие возможность вести эффективный лов, короткий жизненный цикл и быстрый рост определяют высокий уровень промыслового изъятия. Но самое главное – отличные вкусовые качества и высокая пищевая ценность.

Химический состав головоногих моллюсков характеризуется высоким содержанием белков (13–22%), низким содержанием липидов (0,5–2,2%) и минеральных веществ (0,7–1,5%) [1]. По основным показателям питательности – энергетической ценности и белковому составу – кальма-



ры и другие головоногие превосходят остальных употребляемых в пищу моллюсков и даже некоторых рыб и лишь незначительно уступают говяжьему мясу и телятине. К этому следует добавить также и высокий выход продукции – 80% массы моллюска используется в пищу. Причем даже внутренности головоногих представляют ценность, так как содержат большое количество различных веществ, из которых могут быть приготовлены фармацевтические препараты. Таким образом, головоногие моллюски могут использоваться полностью, на 100%.

Из головоногих моллюсков во всем мире вырабатывают широкий ассортимент пищевой продукции, пользующейся практически неограниченным спросом, многие виды которой относятся к деликатесным. Весьма популярны, например, консервы и пресервы, а также кулинарные изделия и полуфабрикаты.

Основной технологической проблемой производства пищевой продукции из моллюсков является подбор температурно-временных режимов, обеспечивающих нежность и сочность консистенции мышечной ткани. Особенности химического состава мантии и щупалец (высокое содержание белка – до 18%, низкое содержание липидов – до 0,4%), низкая активность их протеолитических и липолитических ферментов обуславливают высокую лабильность мышечной ткани к воздействию растворов солей, маринадов, копильных агентов при производстве продукции.

В настоящее время вырабатывается широкий ассортимент пресервов из моллюсков. Однако особенностью продукции является плотная, часто резиноподобная консистенция мяса, оно трудноразжевываемо.

**Целью** наших исследований являлось определение важнейших азотистых веществ кальмара (белка, его фракционного состава, азота летучих оснований), обуславливающих его структурно-механические свойства и качество как сырья для производства пресервов, оценки возможностей повышения пищевой и энергетической ценности готовой продукции.

**Объектом** исследования являлся кальмар командорский мороженный, соответствующий требованиям ГОСТ 20414, изготовленный в условиях моря ОАО «Океанрыбфлот».

Массовую долю белка определяли макрометодом по ГОСТ 7636, фракционный состав белков определяли биуретовым методом [2]. Оптическую плотность исследуемых растворов белков (фракции: водорастворимая, солерастворимая и щелочерастворимая) определяли с помощью спектрофотометра Leki SS2109UV. Азот летучих оснований определяли титриметрическим методом по ГОСТ 7636.

**Определение белковых веществ.** Макрометод определения массовой доли белковых веществ основан на окислении органического вещества при сжигании его в серной кислоте в присутствии катализатора, отгонке образующегося аммиака паром, улавливании его раствором серной кислоты и определении содержания азота титрованием.

Для проведения определения филе кальмара разморозили до температуры в толще минус 1°C и измельчили на бытовом куттере. К навеске образца добавили несколько кристаллов медного купороса в качестве катализатора и прилили концентрированную серную кислоту. Смесь осторожно нагревали в колбе Кельдаля в вытяжном шкафу на колбонагревателе ЛАБ-КН-250 (рис. 1) при температуре 250°C. При достижении однородности содержимого колбы добавили кристаллы сернокислого калия в качестве катализатора и продолжали нагревание при 250°C до тех пор, пока жидкость в колбе не стала прозрачной, зеленовато-голубой окраски без бурого оттенка (рис. 2).



Рис. 1. Нагревание содержимого колбы Кельдаля в колбонагревателе при определении массовой доли белка

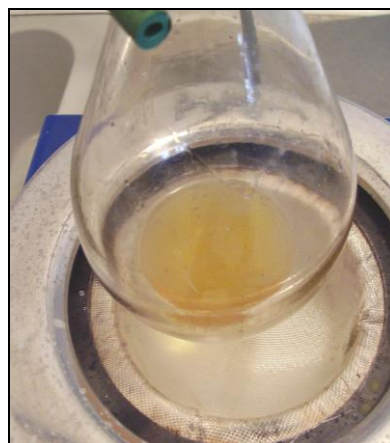


Рис. 2. Вид содержимого колбы Кельдаля в конце нагревания при определении массовой доли белка



По окончании сжигания содержимое колбы охладили, количественно перенесли в отгонную колбу и отгоняли образующийся аммиак в приемную коническую колбу с раствором серной кислоты (рис. 3).



Рис. 3. Отгонная установка, применяемая при определении массовой доли белка

Отгонку вели до отсутствия посинения красной лакмусовой бумаги от капли дистиллята. Содержимое приемной колбы оттитровывали раствором гидроксида натрия. Массовая доля белка в исследуемом образце филе кальмара мороженого составила 14,4%.

**Определение фракционного состава белков.** Белки гидробионтов в зависимости от их способности растворяться в определенных условиях делят на четыре фракции [2]:

- водорастворимую, представленную главным образом белками саркоплазмы (миоген, миоглобин, глобулин Х, миоальбумины, нуклеопротеиды);
- солерастворимую, представленную белками миофибрилл (миозин, актин, актомиозин, тропомиозин, нуклеотропомиозин);
- соленастворимую (щелочерастворимую), состоящую из белков, находящихся в особом состоянии и денатурированных, перешедших в нерастворимое состояние из первых двух фракций;
- строму (соединительнотканые белки, или белки сарколеммы: коллаген, эластин, ретикулин).

По другой классификации [3] белки делят на три фракции:

- миофибриллярную, растворяющуюся при высокой ионной силе растворителя;
- саркоплазматическую, растворяющуюся при низкой ионной силе растворителя;
- строму – нерастворимую фракцию.

В свежей мышечной ткани миофибриллярные белки составляют до 60%, саркоплазматические – до 25–30%, щелочерастворимые – до 25%, стромы – до 3% их общего содержания.

Важное значение растворимость белков имеет для повышения качества пищевых продуктов, в производстве которых предусмотрен их гидролиз (автолиз) и денатурация. Потеря растворимости, как правило, сопровождается изменением и других важных функциональных свойств, что в значительной мере отражается на качестве продуктов и степени перевариваемости белка в желудочно-кишечном тракте [4].

Белковые вещества мышечной ткани не только влияют на пищевую и биологическую ценность мяса, но и определяют состояние физико-химических, структурно-механических и технологических показателей сырья (липкость, вязкость, водосвязывающую способность, pH и т. д.) и готовой продукции (сочность, нежность, выход) [5].

Так как объектом исследований являлся кальмар мороженный, то важно влияние замораживания и последующего холодильного хранения на фракционный состав белков. При замораживании и последующем холодильном хранении это соотношение меняется: уменьшается содержание растворимых миофибриллярных и саркоплазматических белков и увеличивается количество денатурированных. От того, в каком состоянии было заморожено сырье (до окоченения, в состоянии посмертного окоченения, его разрешения или автолиза), а также при каких температурных режимах оно хранилось, зависит содержание в мышечной ткани денатурирован-

ных (соленастворимых) белков, что влияет на качество сырья. Растворимость белка обуславливает реологические и другие физико-химические характеристики белоксодержащих пищевых систем. Как известно, миофибриллярные белки отвечают за сохранение структуры мышечной ткани. При переходе их в денатурированное состояние нарушается связь белка с водой, целостность мышечных волокон, что при последующем размораживании сырья приводит к значительным потерям тканевого сока, получению продукции с сухой и жесткой консистенцией, не говоря уже о потерях массы сырья и готовой продукции. Быстрое замораживание сырья до состояния разрешения посмертного окоченения, хранение его при постоянной отрицательной температуре не выше минус 20°C в течение срока, указанного в технологической инструкции, замедляют денатурационные процессы в белках, способствует сохранению сырья в мороженом виде и получению высококачественной готовой продукции.

Биуретовый метод определения фракционного состава белков основан на образовании синеволетовой окраски при воздействии на белки сульфата меди в присутствии щелочи. Природа белка почти не влияет на формирование окрашенного биуретового комплекса, который возникает за счет присоединения ионов меди к пептидным связям белка. Оптическую плотность окрашенных растворов измеряют при длине волны около 540 нм. Преимущества метода – возможность применения стандартного белка, например сывороточного альбумина, для построения калибровочного графика, воспроизводимость и точность [6].

Количество миофибриллярных белков у гидробионтов значительно больше, чем у млекопитающих, в то время как у млекопитающих больше белков саркоплазмы по сравнению с содержанием их у гидробионтов. Заметные различия наблюдаются также в содержании белков стромы – у млекопитающих их содержание значительно больше, чем у гидробионтов. Белки мяса гидробионтов выгодно отличаются по своему составу от белков мяса наземных животных высоким содержанием миофибриллярных белков и низким содержанием белков стромы [6]. В нашем исследовании белки стромы не учитывали ввиду их незначительного количества.

При проведении испытания биуретовым методом определяли содержание массовой доли белков в образцах.

Для этого к навеске размороженного измельченного кальмара приливали дистиллированную воду в соотношении 1 : 1 и вели экстракцию на холоде при температуре 0°C в течение 30 мин. Затем на центрифуге ОПН-8м отделяли осадок. Надосадочную жидкость использовали для количественного определения водорастворимых белков.

Осадок экстрагировали солевым раствором Вебера в соотношении 1 : 6 к первоначальной навеске образца. Экстракцию вели при температуре 0°C в течение 20 мин. После центрифугирования надосадочную жидкость использовали для количественного определения солерастворимых белков.

Для проведения цветной реакции к 1 см<sup>3</sup> исследуемых растворов белковых фракций добавляли 4 см<sup>3</sup> биуретового реактива. По истечении времени образования окрашенного комплекса (30 мин) измеряли оптическую плотность растворов при длине волны 540–560 нм.

Массовая доля водо-, соле- и щелочерастворимых белковых фракций в филе кальмара мороженом составила соответственно 21, 53 и 26%. Значение белкового коэффициента (отношения солерастворимых белков к водорастворимым) составило 2,5.

**Определение азота летучих оснований (АЛО).** Летучие основания получили свое название благодаря способности легко отгоняться из образца с водяным паром. Содержание летучих оснований в тканях гидробионтов, прежде всего, зависит от степени свежести сырья. Например, в мясе свежей, только что уснувшей рыбы количество АЛО достигает 0,015% [3]. По мере развития посмертных процессов количество АЛО увеличивается. На содержание АЛО оказывает влияние также технологическая обработка (в нашем случае замораживание) и условия хранения.

Метод определения азота летучих оснований (АЛО) основан на отгонке свободных и связанных летучих оснований с паром, улавливании образующегося аммиака серной кислотой и оттитровывании избытка серной кислоты щелочью.

Для проведения испытания навеску размороженного измельченного филе кальмара в дистиллированной воде в присутствии окиси магния нагревали в отгонной колбе в колбонагревателе LAB-FH-500 при температуре 250°C. По окончании отгонки избыток кислоты в приемной колбе оттитровывали раствором гидроокиси натрия в присутствии индикатора метилового красного до перехода окраски от розовой до слабо-желтой.

Содержание азота летучих оснований в исследуемом образце филе кальмара составило 2,3%.

Проведенные исследования позволили соотнести полученные результаты с литературными данными. Результаты показали высокое содержание белка в мантии кальмара (14,4%), значительную долю щелочерастворимых белков, что говорит о необходимости поиска методов снижения массовой доли этой фракции для достижения оптимальных структурно-механических свойств тканей при производстве готовой продукции, в частности пресервов.

### Литература

1. Старичкова Н.В., Щеникова Н.В. Липиды головоногих моллюсков // Рыбная пром-сть. – 2006. – № 1. – С. 28–29.
2. Антипова Л.В., Глотова И.А., Rogov И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: КолосС, 2004. – С. 382–285.
3. Сафронова Т.М., Дацун В.М. Сырье и материалы рыбной промышленности. – М.: Мир, 2004. – 272 с.
4. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова, В.В. Колпакова, И.С. Витол, И.Б. Кобелева; Под ред. А.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 640 с.
5. Богданов В.Д., Дацун В.М., Ефимова М.В. Общие принципы переработки сырья и введение в технологии производства продуктов питания. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2007. – 213 с.
6. Биотехнология морепродуктов / Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова, О.Я. Мезенова, Н.Т. Сергеева, Т.Н. Слуцкая, Г.Е. Степанова. – М.: Мир, 2006. – 560 с.

УДК 582.26

### НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *ALARIA* GREV. В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ

Т.Н. Королёва

Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: oni@kamchatgtu.ru

В данной статье представлены результаты изучения анатомо-морфологических особенностей представителей *Alaria angusta* Kjellm. и *Alaria marginata* P. et R., произрастающих в разных районах Авачинского залива (юго-восточная Камчатка). Выявлены зависимости показателей сезонного анатомо-морфологического развития разновозрастных представителей изучаемых видов от загрязнения окружающей среды, которые являются результатом адаптации растений к антропогенному воздействию.

**Ключевые слова:** юго-восточная Камчатка, бурые водоросли-макрофиты, особенности развития, род *Alaria*.

**Some features of anatomic and morphological development of *Alaria* grev. algae in different ecological conditions.** T.N. Koroleva (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia, 683003)

Research of anatomic and morphological features of representatives of *Alaria angusta* Kjellm. and *Alaria marginata* P. et R., growing in different areas of the Avachinsky gulf (south-east of Kamchatka) is presented. Dependences of indicators of seasonal anatomic-morphological development of uneven-age representatives of studied kinds on environmental contamination which grow out of adaptation of plants to anthropogenous influence are revealed.

**Key words:** south-east of Kamchatka, brown algae macrophytes, features of development, *Alaria*.

На камчатском шельфе *Alaria angusta* Kjellm. и *Alaria marginata* P. et R. являются одними из массовых видов бурых водорослей [1–3 и др.]. В Авачинском заливе в районах проведения исследований они образуют смешанные заросли с *Saccharina bongardiana*. В сильнозагрязненном районе внутренней части Авачинской губы – б. Сероглазка – заросли образованы разновозрастными представителями *A. marginata* и *S. bongardiana*, растения *A. angusta* здесь можно встретить крайне редко. Следует отметить, что продолжительность жизни алярии и сахарины в этом районе в условиях сильного антропогенного пресса составляет два года [4–9]. В редких случаях ранней весной можно обнаружить трехлетние растения *A. marginata* с практически разрушившейся пластиной и плохо сохранившимися спорофиллами [9]. В слабозагрязненном районе – горле Авачинской губы – распространены все три вида, доминирующими в таком сообществе являются *S. bongardiana* и *A. angusta*. Растения здесь могут развиваться до трех лет, но наибольший процент встречаемости в популяциях этих видов по нашим данным характерен для двухлетних водорослей. Для *A. marginata* в этом районе исследований оптимальной для развития является литоральная зона шельфа в основном с сильно прибойными участками. В б. Спасения – районе, принятом для наших исследовательских работ как чистый, – мы изучали смешанные заросли *A. angusta* и *S. bongardiana*. Представители *A. marginata* за весь период наших исследований встречались очень редко и только в выбросах.

Работы по сбору материала осуществляли в разные сезоны года – весной, летом и осенью. Каждый период сбора соответствовал определенной фазе развития растений. Одну пробу конкретного вида сортировали по возрастам и затем в каждой возрастной группе отбирали наиболее типичные растения для дальнейшего исследования. После этого из групп отсортированных водорослей брали обычно не менее трех слоевищ каждого возраста каждого вида, вырезали участки различных частей слоевища и формировали наборы для подготовки к микроскопированию. В связи с большим объемом на данном этапе исследовательских работ мы не могли сразу из всего количества свежесобранных растений подготовить срезы, и поэтому часть материала была погружена в формалин для сохранения целостности тканевых структур. Затем спустя некоторое время весь материал был использован для выполнения срезов.

Срезы на предметных стеклах были подвержены фиксации. На каждом стекле проставлялся номер, соответствующий определенной записи в специально разработанной для этого таблице. После рассмотрения под микроскопом и фотографирования номер изображения и комментарии также записывали под определенным номером в журнал исследователя. Всего в ходе выполнения научно-исследовательских работ по изучению сезонных анатомо-морфологических особенностей ламинариевых водорослей было обработано 236 растений, для изучения которых было подготовлено около 3000 стекол с фиксированными срезами.

Чтобы выявить анатомо-морфологические особенности развития интересующих нас видов и провести сравнительный анализ полученных в ходе их обработки данных, мы использовали специально разработанные для этого схемы, в которых основные блоки разделялись соответственно районам проведения исследований. В этих блоках фиксировали всю полученную информацию, что позволяло легко обобщать и сравнивать и, конечно, ставить последующие задачи для более полного представления о развитии видов. Интерес к изучению особенностей анатомо-морфологического развития алярий в разных экологических условиях возник в связи с тем, что в настоящее время полная информация по этому вопросу отсутствует. Необходимым является выяснить, каким образом представители изучаемых видов могут адаптироваться к условиям произрастания с разной степенью загрязнения и каковы возможности их физиологического потенциала в стрессовых условиях среды.

*A. angusta*, как говорилось выше, изучали в чистом и слабозагрязненном районах исследований. Слоевище у растений этого вида дифференцировано на несколько частей (рис. 1, а) и в зависимости от возраста и условий произрастания имеет отличительные особенности.

На рис. 1, б представлен внешний вид слоевища *A. marginata*, которое имеет схожее строение с предыдущим видом, но отлично от него несколько другими формами дифференцированных частей. У талломов всех возрастных групп рассматриваемого вида в районах наших исследований пластина и спорофиллы более широкие и плотность спорофиллового пучка меньше. Также этому виду свойственна форма пластины с самой широкой частью в ее середине, и по сравнению с *A. angusta* она является более тонкой на ощупь с наличием немалого количества криптостом.

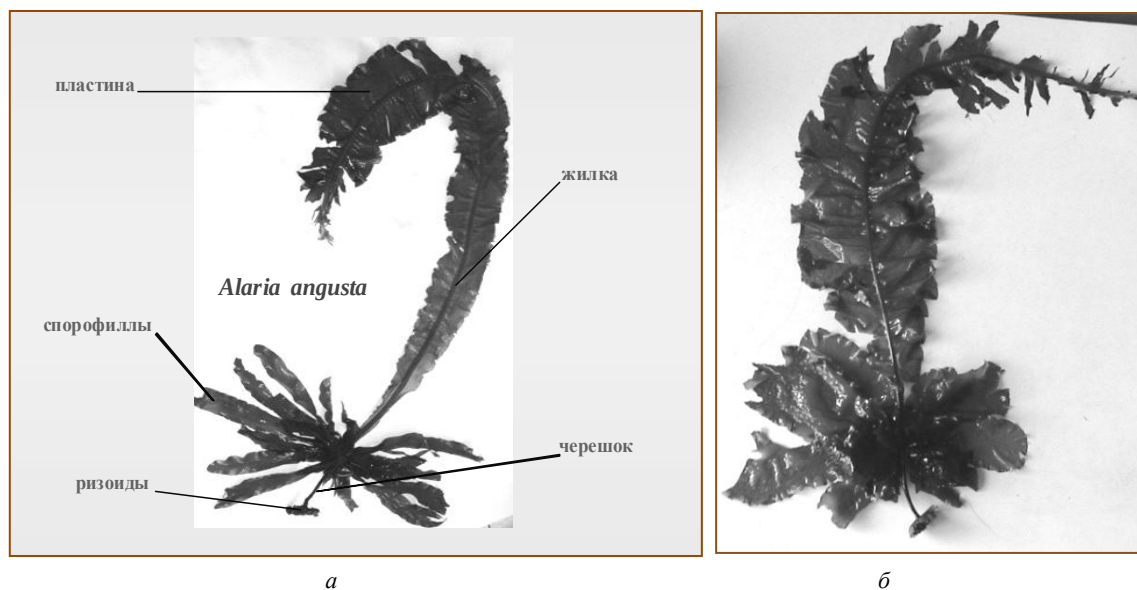


Рис. 1. Словенице *Alaria angusta* (а) и *Alaria marginata* (б)

Крипостомами называют углубления или так называемые ямки на поверхности пластины с многоклеточными волосками с базальной зоной роста. Внешний вид пластины с крипостомами и их микрофотография показаны на рис. 2.

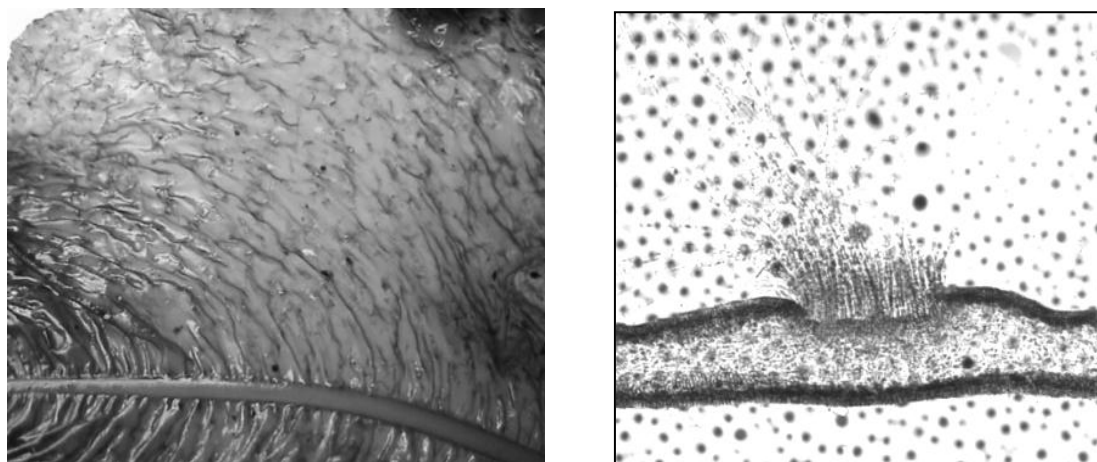


Рис. 2. Фрагмент пластины *Alaria marginata* (слева) с крипостомами и их микрофотография (справа)

В ходе наших научных работ установлена зависимость площади поверхности пластины, занимаемой крипостомами, и плотности их расположения от возраста и степени зрелости пластинчатой части, а также от условий окружающей среды. По анализу полученных коэффициентов можно сказать, что их значения в зависимости от вышеперечисленных признаков могут различаться даже в несколько раз, и более всего это характерно для алярий из загрязненных районов побережья.

В районах проведения научных работ продолжительность жизни *A. angusta* составляет три года. У *A. marginata* в районе со слабым загрязнением – три года, а в условиях сильного загрязнения – два года. Отличием между растениями из б. Спасения, горла и внутренней части Авачинской губы является разница в их физиологическом состоянии, что подтверждается не только внешними признаками, но и значениями биопараметров различных частей слоевища. Это характерно в основном для взрослых растений.

Для водорослей в возрасте 0 лет можно сказать, что по физиологическому состоянию в первых двух районах исследований они практически одинаковые, а во внутренней части Авачинской губы имеются незначительные отличия по размерно-массовым показателям, но рост представителей этого возраста обоих видов происходит по примеру, представленному на рис. 3.



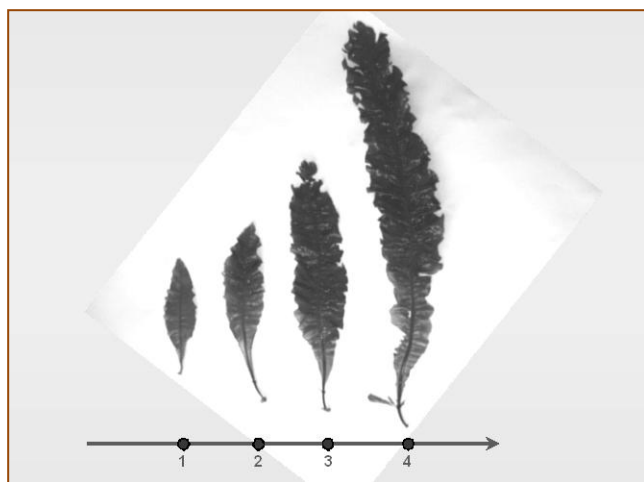


Рис. 3. *Alaria angusta* в возрасте 0 лет. Развитие в Авачинском заливе с мая по август (цифра 1 – 26 мая; 2 – 7 июня; 3 – 14 июля; 4 – 10 августа)

Что касается анатомического строения ювенильных растений, то по представленным в табл. 1 микрофотографиям *A. angusta* можно сказать, что в слабозагрязненном районе по сравнению с чистым местообитанием их жилка становится меньше по толщине, но клетки промежуточного слоя крупнее. Что касается пластины этого вида, то она и в отношении толщины и в отношении размера клеток тканей больше, чем у растений из чистого района исследований. *A. marginata* в слабозагрязненном районе по сравнению с районом сильного загрязнения имеет большую толщину и пластины, и жилки, но размер клеток у жилки в промежуточном слое меньше (табл. 2). Микрофотографии, представленные ниже, во всех таблицах выполнены в едином масштабе.

Таблица 1

#### Внутреннее строение ювенильных растений *Alaria angusta*

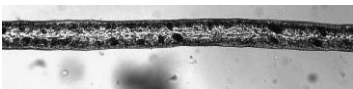
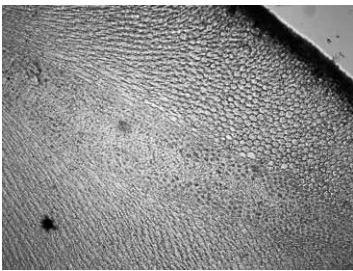
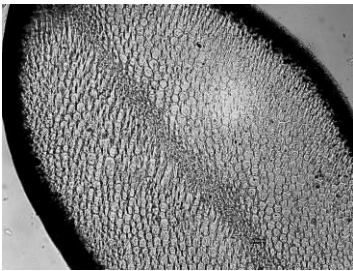
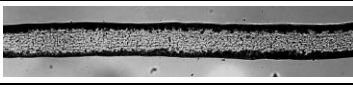
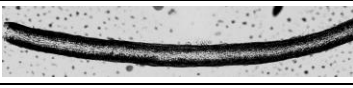
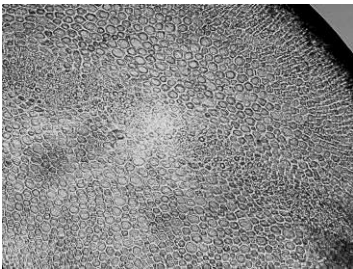
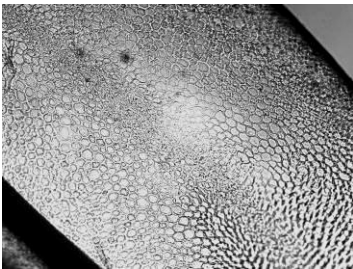
| Часть слоевища | б. Спасения                                                                         | б. Лагерная                                                                          |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| пластина       |  |  |
| жилка          |  |  |

Таблица 2

#### Внутреннее строение ювенильных растений *Alaria marginata*

| Часть слоевища | б. Лагерная                                                                         | б. Сероглазка                                                                        |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| пластина       |  |  |
| жилка          |  |  |

Развитие ризоидальной системы представлено на рис. 4. По нашим наблюдениям нарастание яруса ризоидов происходит постепенно от месяца к месяцу. В данном случае показано, как это осуществляется у растений первого года жизни. По результатам, полученным в ходе изучения алярий обоих видов в различных местообитаниях, можно говорить, что к концу первого года вегетации практически все представители имеют сформированный ярус ризоидов, но чем больше степень загрязнения, тем он становится более мощным. Предполагаем, что это связано с изменением стратегии развития растений в условиях антропогенного загрязнения [9]. К началу следующего года жизни в ранневесенний период у водорослей можно наблюдать по два яруса ризоидов, и лишь к концу летнего периода он обычно практически весь разрушается.

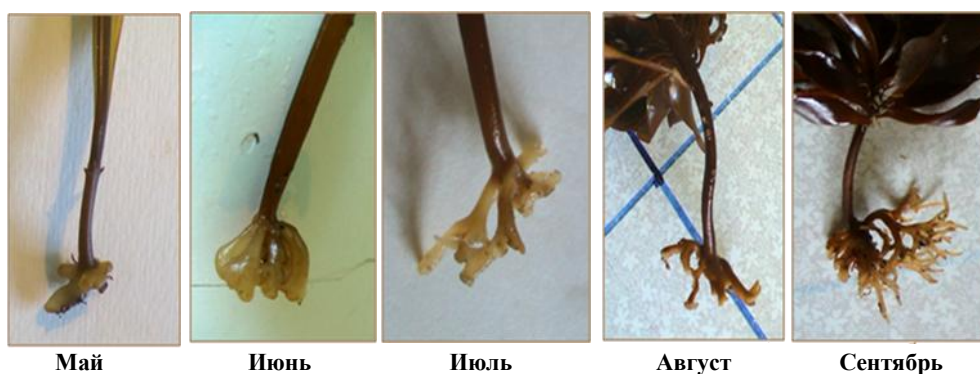


Рис. 4. Сезонное развитие ризоидальной системы у алярии

Развитие спорофиллового пучка у изучаемых видов может происходить по-разному. Один из самых распространенных вариантов представлен на рис. 5. Начало роста спорофиллов может быть как одностороннее, так и двухстороннее. Следующие стадии развития: период их активного роста, созревание первых спорофиллов и продолжение роста новых, а также вступление в стадию спороношения могут протекать с разной скоростью в зависимости от сезона и условий окружающей среды.



Рис. 5. Развитие спорофиллов у алярии

На следующем рисунке на примере двухлетних растений *A. angusta* представлены фотографии различных степеней зрелости и форм спороносных пятен (рис. 6). Все представленные варианты возможно наблюдать одновременно у одного растения. Но это бывает обычно только у алярий второго года жизни. У однолетних и трехлетних растений такая разница в развитии спорофиллов одного пучка иногда может быть только лишь в весенний период активного роста. В остальные фазы их вегетации площадь спороносных пятен и стадия развития мало отличаются у каждого спорофилла в пределах одного растения.

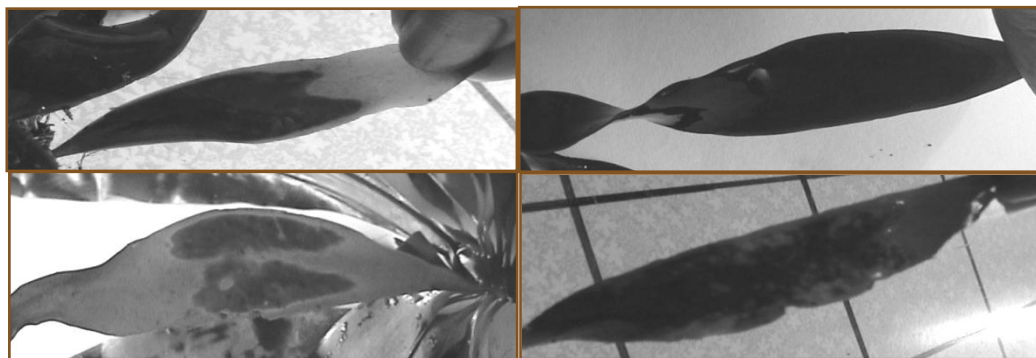


Рис. 6. Изменчивость спораносных пятен у спорофиллов двухлетних растений *Alaria angusta*

Внутреннее строение спорофиллов представлено на рис. 7. Фрагменты стерильных и фертильных спорофиллов на этих фотографиях характерны для разновозрастных водорослей, произрастающих в районах с разными экологическими условиями. В зависимости от природных и антропогенных факторов среды может изменяться толщина спорофиллов, толщина медулярного и промежуточного слоев, размер клеток и степень пигментации, а также плотность посадки спорангиев и парафиз и другое.

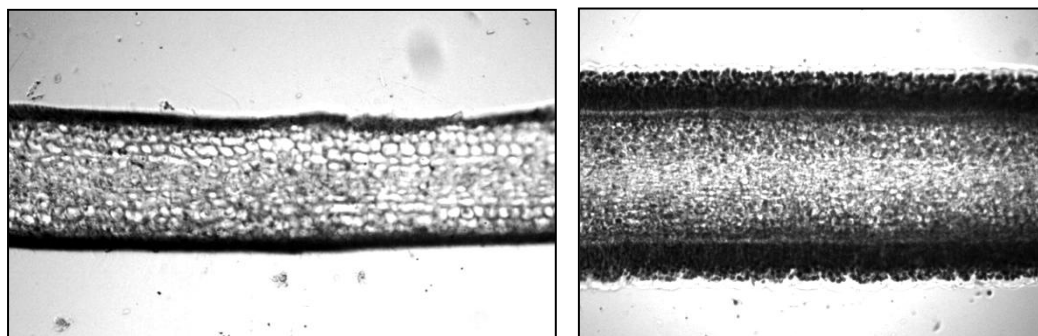


Рис. 7. Внутреннее строение спорофиллов алярии. Слева стерильный, справа фертильный фрагменты спорофиллов

Кроме этого, в ходе наших исследований выявлены зависимости степени зрелости (Сзр.) и количества спорофиллов (Ксп.) у растений обоих видов рода *Alaria* всех возрастов. На рис. 8 представлен один из вариантов этих зависимостей на примере двухлетней *A. angusta*.

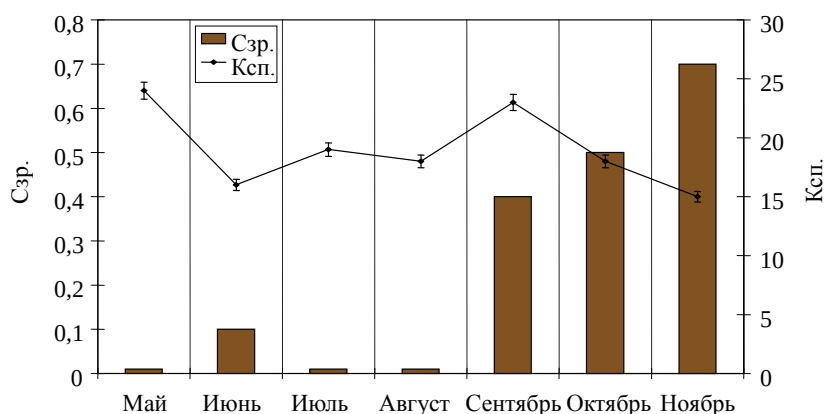


Рис. 8. Количество спорофиллов и степень их зрелости у двухлетних представителей *Alaria angusta* в разные сезоны года

По результатам наших научно-исследовательских работ можно сказать, что в анатомо-морфологическом развитии пластин аляриевых водорослей наблюдаются свои особенности. Возрастное развитие растений в чистом, слабо- и сильнозагрязненных районах имеет принципиальные различия. Рассмотрим их на примере *A. marginata* (рис. 9), так как представители



этого вида активно развиваются на участках побережья, подвергающихся различной степени антропогенного воздействия, и в этом смысле в рамках наших исследований представляют большой интерес.

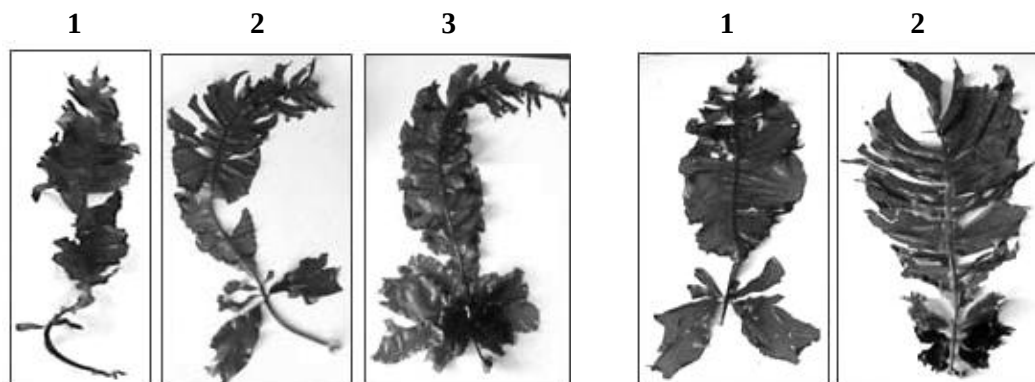


Рис. 9. Разновозрастные растения *Alaria marginata* из разных экологических районов:  
а – из слабозагрязненного района, б – сильнозагрязненного района

Как мы уже писали выше, этот вид в ненарушенной и слабонарушенной среде сохраняет способность к трехлетней продолжительности жизни. При сильном воздействии загрязнения вид развивается в течение двух лет, реализовывая все заложенные в него биологические функции, при этом изменяя стратегию своего развития [7, 9]. По представленным фотографиям можно говорить о том, что пластины каждой возрастной группы имеют отличительные черты габитуса по отношению друг к другу, что естественно отражается на их размерно-массовых показателях.

В условиях слабого загрязнения горла Авачинской губы разница между средним показателем длины растения у разновозрастных представителей вида может составлять 10–15%, между показателями средней массы – 45–50%. Во внутренней части Авачинской губы в районе с сильным загрязнением, судя по нашим данным, средние размерные показатели растений изменяются незначительно по сравнению с таковыми у растений из чистого района. Но показатели массы имеют существенные отличия, и в один и тот же период развития у одновозрастных алярий из разных районов произрастания разница средних значений массы может достигать 20% и более.

Нами был проведен анализ полученных данных по результатам изучения внутреннего строения пластинчатой части аляриевых водорослей. Результаты исследований в виде микрофотографий были сведены в специальные таблицы, а изменения размерных показателей анатомических структур представлены в виде диаграмм. Данные свидетельствуют о разнице в значениях показателей толщины дифференцированных частей пластин, различной пропорциональности тканевых слоев как отдельно у каждой возрастной группы, так и у вида в целом в зависимости от района исследований. Кроме этого, отмечена пространственная изменчивость размеров клеток в пределах одного растения в зависимости от сезона года и условий окружающей среды. Данный материал в отношении научной новизны требует более глубокого осмысления и предполагает дальнейшую обработку, используя современные методы компьютерного анализа.

### Литература

1. Петров Ю.Е. Ламинариевые и фукусовые водоросли морей СССР // Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Л., 1975. – 53 с.
2. Виноградова К.Л., Ключкова Н.Г., Перестенко Л.П. Список водорослей литорали восточной Камчатки и западной части Берингова моря // Литораль Берингова моря и юго-восточной Камчатки. – М.: Наука, 1978. – С. 150–155.
3. Ключкова Н.Г., Березовская В.А. Водоросли камчатского шельфа. Распространение, биология, химический состав. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 154 с.
4. Королёва Т.Н. Развитие бурой водоросли *Laminaria bongardiana* P. et R. в прикамчатских водах // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2004. – 25 с.
5. Korolyova T. N. Development of species of *Alaria* in different environmental conditions of the Kamchatka's waters // The Fourth Asia Pacific Phycological Forum. Bangkok, Thailand Abs., 2005. – P. 178.

6. *Королёва Т.Н.* Изменчивость *Alaria angusta* Kjellm. в прикамчатских водах // Материалы VII науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». – Петропавловск-Камчатский, 2006а. – С. 268–271.

7. *Королёва Т.Н.* Некоторые сведения по развитию *Alaria marginata* (P. et R.) в Авачинском заливе // Материалы VII науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». – Петропавловск-Камчатский, 2006б. – С. 272–275.

8. *Королёва Т.Н.* Некоторые особенности биологии *Alaria angusta* в прикамчатских водах // Материалы науч. конф., посвященной 70-летию С.М. Коновалова «Современное состояние водных биоресурсов». – Владивосток, 2008. – С. 127–129.

9. *Королёва Т.Н.* Особенности развития камчатских представителей рода *Alaria* в условиях сильного антропогенного загрязнения // Раст. ресурсы. – 2011 (в печати).

УДК 664.951

## ТЕХНОЛОГИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ

Д.М. Салтанов

*Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003*

*e-mail: Saltanova-ns@yandex.ru*

Определено оптимальное соотношение мясного и рыбного сырья для получения кулинарных изделий. Исследовано влияние технологических факторов на свойства бульонов из коллагенсодержащих рыбных отходов, обоснованы оптимальные условия получения бульонов. Разработана технология кулинарных изделий в желеобразных заливках.

**Ключевые слова:** рыбное сырье, мясное сырье, кулинарные продукты, коллагенсодержащие отходы, желеобразующая способность, заливки, сурими, фарш, сыворожка.

**Technology of efficient hydrobionts processing.** D.M. Saltanov (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia, 683003)

Best ratio of meat and fish raw products for producing culinary products is determined. Technological factors influence on bouillon condition made of collagen fish waste substances is researched. Best conditions for producing bouillon are proposed. Technology of culinary products in gel pickles is developed.

**Key words:** fish raw material, meat raw material, culinary products, collagen waste substances, gel-forming, pickles, surimi, forcemeat, whey.

Благодаря высокой пищевой и биологической ценности, вкусовым качествам рыба широко применяется в повседневном рационе, а также в детском и диетическом питании. По пищевой ценности мясо рыбы не уступает мясу теплокровных животных, а во многих отношениях даже превосходит его. В рыбе содержатся незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины, микро- и макроэлементы в оптимальных для организма человека соотношениях. Белок рыбы отличается хорошей усвояемостью. В процессе варки рыбы некоторая часть содержащихся в ней водорастворимых витаминов переходит в бульон, в связи с чем бульон целесообразно использовать для пищевых целей.

В последнее десятилетие увеличилось число людей, использующих готовые блюда и полуфабрикаты. Развитие рыбного кулинарного производства способно решить проблему комплексной переработки сырья с пониженной товарной ценностью, традиционно не используемого населением в пищу, а также вторичных продуктов переработки рыбы и выпуска из них пищевой высокопитательной, биологически полноценной продукции. Анализ данных рынка рыбных товаров показывает, что доля кулинарной продукции в целом по России составляет около 10%.

Основными видами рыбной кулинарной продукции являются рыбные колбасы, сосиски, пастообразные изделия и другие продукты. Сырьем для приготовления рыбной кулинарии служит в основном минтай. Росту выпуска кулинарных формованных изделий из гидробионтов способствует, прежде всего, возможность использования для их производства рыбы с механическими повреждениями и пищевых отходов от разделки сырья, что делает технологию обработки сырья малоотходной и позволяет вырабатывать дополнительно ценную высокопитательную пищевую продукцию. Технология производства рыбного фарша в качестве полуфабриката для выработки различных кулинарных изделий (колбас, сосисок, котлет, пельменей и др.) открывает новые возможности для рационального использования сырья.

Правительством РФ на период до 2020 г. принята Концепция развития рыбного хозяйства, где особое внимание уделяется разработке и внедрению технологий продуктов питания, отличающихся высоким качеством, безопасностью на основе комплексного использования рыбного сырья.

Целью проводимых исследований являлась разработка технологии кулинарных продуктов (из рыбного и мясного сырья) в гелеобразных заливках из коллагенсодержащих рыбных отходов.

В соответствии с поставленной целью предусматривалось решение следующих задач:

- определение оптимального соотношения мясного и рыбного сырья для получения кулинарных изделий (котлет) на основе реологических исследований и органолептических показателей;
- исследование влияния различных технологических факторов (вида среды, продолжительности тепловой обработки) на свойства бульонов из коллагенсодержащих рыбных отходов, их гелеобразующую способность; обоснование оптимальных условий получения рыбных бульонов;
- разработка рецептуры заливок из коллагенсодержащих рыбных отходов и творожной сыворотки;
- разработка технологии кулинарных изделий в гелеобразных заливках.

Объектами исследования являлись фарш мясной (свинина – 50%, говядина – 50%), фарш, промытый из минтая, отходы рыбные от разделки минтая (плавники, кожа, кости), сыворотка творожная, морская капуста, различные вкусоароматические добавки.

Для определения оптимальных соотношений мясного и рыбного сырья исследовали такие показатели фаршей, как липкость, предельное напряжение сдвига (ПНС) и водоудерживающую способность (ВУС). Для определения липкости и предельного напряжения сдвига использовали структурометр СТ-1М. Водоудерживающую способность образцов фарша определяли прессованием. Содержание жира в готовых кулинарных изделиях определяли экстракционно-весовым способом.

При исследовании влияния различных технологических факторов на свойства рыбных бульонов определяли содержание сухих веществ с помощью рефрактометра ИРФ-454 Б2М, вязкость с помощью экспресс-анализатора консистенции ЭАК-1М, кинематическую вязкость с помощью капиллярного вискозиметра ВПЖ-4, температуры застудневания и плавления гелей с помощью термометра, водородный показатель водной среды, используемой для гидролиза коллагена, с помощью рН-метра.

Для органолептической оценки оптимального соотношения композиционного состава заливок и кулинарных изделий с их добавлением использовали профильный метод [4, 5].

При производстве мясных кулинарных изделий производители стремятся сократить долю мясного фарша в них за счет использования различных добавок (растительного белка, воды, рыбного промытого фарша (сурими) и т. д.) с целью снижения себестоимости готового продукта. Сурими отличается высокими реологическими показателями (эластичностью, липкостью, водоудерживающей способностью), белым цветом, отсутствием рыбных запаха и вкуса и поэтому широко используется для получения продуктов заданного состава и структуры (формованных, структурированных, эмульсионных). Для придания этим продуктам определенных вкусоароматических свойств в рыбные фарши добавляют различные вкусовые ингредиенты. Такая продукция в последние годы пользуется повышенным спросом из-за высоких вкусовых качеств, низкой энергетической ценности, значительного содержания животного белка, низкой стоимости [1, 3, 6, 8].

Нами проведены исследования по обоснованию оптимальных соотношений мясного фарша и фарша сурими для получения кулинарных изделий (котлет). Для получения образцов фарша использовали следующие соотношения мясного и рыбного фарша:

- образец № 1: мясной фарш – 100%, сурими – 0%;
- образец № 2: мясной фарш – 70%, сурими – 30%;
- образец № 3: мясной фарш – 50%, сурими – 50%;
- образец № 4: мясной фарш – 30%, сурими – 70%;
- образец № 5: мясной фарш – 0%, сурими – 100%;

Суrimi получали по традиционной технологии. Сырьем для получения суrimi являлся минтай мороженный. Рыбу разделывали, отделяя мышечную ткань от костей, плавников и кожи, проводили грубое измельчение. Грубоизмельченный фарш промывали охлажденной до температуры не выше 10°C пресной водой. После промывания фарш почти полностью теряет водорастворимые белки, приобретает белый цвет, в нем отсутствуют признаки рыбного вкуса и запаха. Как правило, применяют двух- и трехкратное промывание при соотношении фарша и воды от 1 : 2 до 1 : 4. Продолжительность промывочного цикла составляла около 10 мин, а общее время промывания должно находиться в пределах 45 мин. После каждого промывочного цикла проводили отделение промывной воды. Полученную массу подвергали тонкому измельчению [1, 2].

Для обоснования оптимальных соотношений мясного фарша и суrimi определяли реологические показатели фаршевых масс (предельное напряжение сдвига, липкость, водоудерживающую способность) (рис. 1).

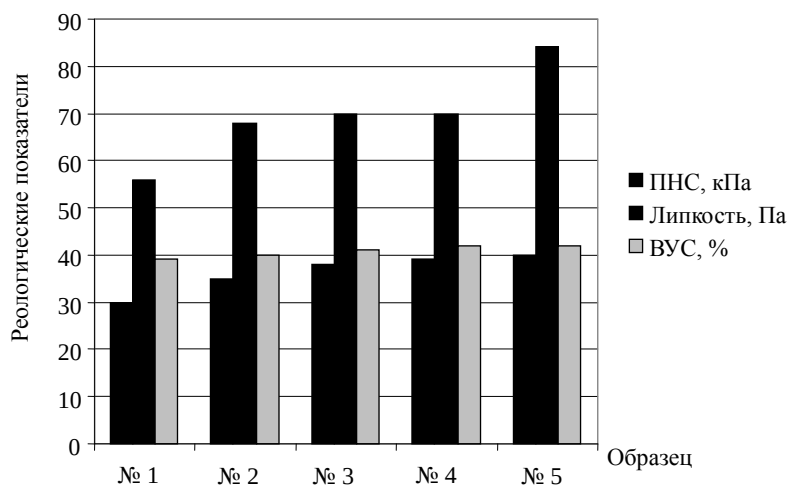


Рис. 1. Изменение реологических показателей фаршевых масс при различных соотношениях мясного фарша и фарша суrimi

Из данных рис. 1 можно сделать вывод, что при добавлении фарша суrimi к мясному фаршу реологические показатели всех образцов фарша улучшаются: происходит увеличение предельного напряжения сдвига, липкости и водоудерживающей способности.

Органолептические показатели готовых изделий определяли с использованием профильного метода (рис. 2).

Из рис. 2 видно, что наиболее оптимальным является соотношение мясного и рыбного фарша – 50 : 50 (образец № 3) и 30 : 70 (образец № 4).

Полученные кулинарные изделия с добавлением суrimi обладают более низкой калорийностью, чем приготовленные только из мясного фарша, и могут использоваться для диетического питания.

С целью максимального использования сырья дальнейшие исследования проводили на рыбных отходах, получаемых при разделке минтая.

Применение в рыбной отрасли глубокой разделки рыбы ведет к образованию большого количества коллагенсодержащих отходов (кожа, головы, плавники, кости), которые целесообразно использовать для получения желатиноподобных веществ, применяемых в качестве структурообразующих компонентов пищевых эмульсионных систем. Внедрение таких технологий в производство позволяет не только расширить ассортимент пищевых продуктов из гидробионтов, но и решить в определенной степени актуальную задачу повышения уровня пищевого использования добываемого сырья, являющуюся приоритетной в развитии отечественной рыбной отрасли.

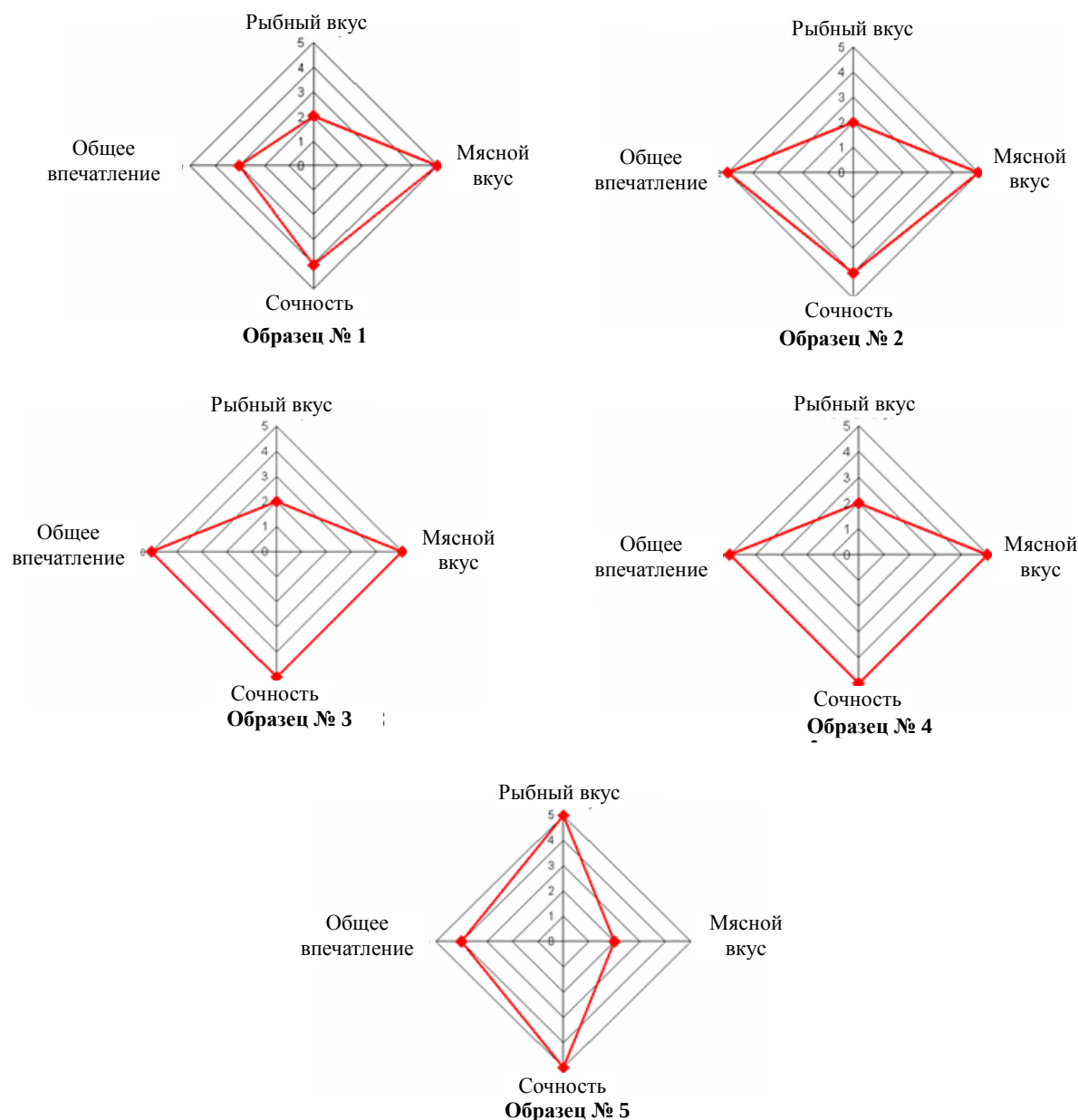


Рис. 2. Органолептические показатели образцов кулинарных изделий

В отходах минтая содержание коллагена следующее: в коже 19,70–20,09%, в плавниках 10,32–10,98%, хребтовой кости – 3,89–5,02% (от сухого вещества). При тепловой обработке рыбных отходов коллаген в виде желатиноподобных веществ переходит в водную среду, образуя бульоны различной концентрации. Гидролиз коллагена в водную среду зависит от различных технологических факторов: температуры, продолжительности тепловой обработки, pH среды [1].

Исследователями установлено оптимальное соотношение воды и рыбных отходов, которое составляет 1 : 1, оптимальная температура гидролиза – 100°C. При таком режиме бульоны имеют наилучшие показатели кинематической вязкости и массовой доли сухих веществ [1, 2].

Нами проведены исследования по применению в качестве водной среды для гидролиза коллагена из отходов минтая творожной сыворотки (pH 4,7) [8]. Результаты эксперимента показали, что бульоны, полученные на основе сыворотки, обладают большей вязкостью, имеют более высокие температуры плавления и желирования, а студни, полученные из них, обладают большей прочностью и устойчивостью к внешнему воздействию, чем бульоны, полученные на воде. Физические свойства бульонов из отходов минтая отражены в таблице.

| Показатели                                                                         | Рыбный бульон на творожной сыворотке |      |      |      | Рыбный бульон на воде |      |      |      |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------|------|------|-----------------------|------|------|------|
|                                                                                    | Продолжительность гидролиза, мин.    |      |      |      |                       |      |      |      |
|                                                                                    | 15                                   | 30   | 45   | 60   | 30                    | 45   | 60   | 75   |
| Температура желирования, °С                                                        | 4,5                                  | 4    | 1    | –    | –                     | 0,5  | 1    | 0,5  |
| Температура плавления, °С                                                          | 8                                    | 6    | 3    | –    | –                     | 1,5  | 3    | 1    |
| Вязкость, ед. (при температуре 4°С)                                                | 18                                   | 15   | 4,5  | 4,5  | 2,5                   | 8    | 8    | 3    |
| Содержание сухих веществ, %                                                        | 11,8                                 | 12   | 12   | 12   | 5                     | 7,5  | 8    | 8    |
| Кинематическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с <sup>2</sup><br>(при температуре 10°С) | 0,42                                 | 0,52 | 0,45 | 0,45 | 0,32                  | 0,32 | 0,38 | 0,38 |

Нами установлено, что для получения студней из рыбного бульона на основе творожной сыворотки оптимальной является продолжительность гидролиза – 15 мин и 30 мин (см. табл.). При более высокой продолжительности гидролиза температура желирования студня очень низкая. Рыбные бульоны, полученные на воде, образуют очень слабые студни (продолжительность гидролиза 45–75 мин).

К структурообразующим свойствам рыбных бульонов относят, прежде всего, поверхностные характеристики, в частности коэффициент поверхностного натяжения, а также эмульгирующую способность. Поверхностная активность рыбных бульонов зависит от содержания в них сухих веществ и температуры. Проявляя поверхностную активность, рыбные бульоны способны образовывать эмульсии, стабильность которых зависит от концентрации сухих веществ – с ростом концентрации стабильность возрастает [2, 6]. Содержание сухих веществ в рыбных бульонах, приготовленных на основе сыворотки выше (см. табл.). Полученные данные обосновывают возможность использования бульонов из отходов минтая на основе творожной сыворотки в качестве поверхностно-активных сред при изготовлении эмульсионных продуктов.

С увеличением в бульонах концентрации желатиноподобных веществ возрастает температура желирования и температура плавления студня. Нами установлено, что бульон на водной основе образует студень при температуре около 1°С, который начинает плавиться при 3°С, а бульон на основе творожной сыворотки образует студень при температуре 4°С, начинает плавиться при 6–8°С (см. табл.).

Таким образом, структурообразующие свойства бульонов из отходов минтая зависят, прежде всего, от содержания в них сухих веществ. Перспективным направлением использования таких бульонов является производство эмульсионных продуктов. Что касается студнеобразующих свойств бульонов, то низкие температуры желирования и плавления студней ограничивают возможность их использования в этом качестве.

В результате исследований нами установлены оптимальные режимы гидролиза коллагена из отходов минтая при использовании в качестве водной среды творожной сыворотки: соотношение отходов и творожной сыворотки – 1 : 1, температура гидролиза – 100°С, продолжительность гидролиза – 15 мин. При использовании этого же бульона получают эмульсию с наиболее густой консистенцией.

Использование творожной сыворотки для получения рыбных бульонов является целесообразным, так как при этом сокращается продолжительность гидролиза коллагена, что приводит к снижению производственных затрат. Полученные бульоны обладают большей гелеобразующей способностью по сравнению с бульонами, приготовленными на воде. Использование сыворотки способствует повышению пищевой ценности бульонов, так как сыворотка содержит белки (глобулины, альбумины), жиры, углеводы, минеральные вещества, витамины [7]. Кроме того, бульоны на сыворотке отличаются менее выраженным рыбным запахом.

На основе бульонов из отходов минтая, приготовленных с использованием творожной сыворотки, разработаны рецептуры соусов с добавлением морской капусты и папоротника.

Разработана технологическая схема производства кулинарной продукции в гелеобразных заливках (рис. 3), позволяющая кроме рыбного сырья использовать мясное сырье и вторичное сырье молочной промышленности.

В результате проведенных исследований обосновано оптимальное соотношение рыбного и мясного фарша для получения кулинарных изделий. Экспериментально подтверждена целесообразность использования вторичных ресурсов рыбной и молочной промышленности для получения коллагенсодержащих заливок. Обоснована возможность применения сыворотки творожной для теплового гидролиза коллагена отходов минтая с целью сокращения продолжительности технологического процесса.

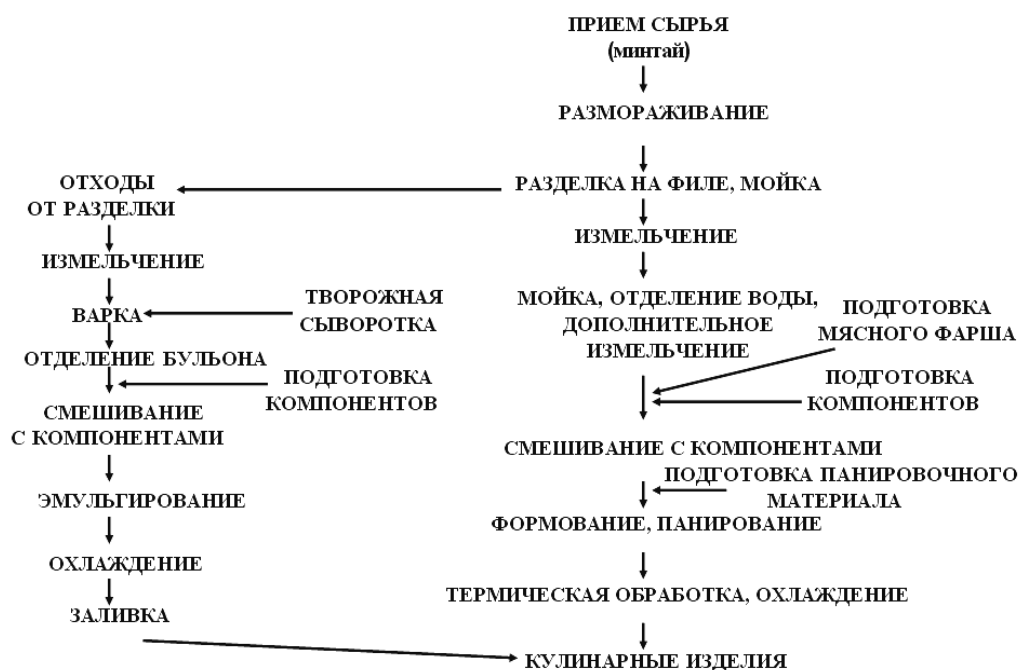


Рис. 3. Технологическая схема производства кулинарной продукции в гелеобразных заливках

Разработана технология рациональной переработки минтая, которая позволяет получить продукт с высокими органолептическими показателями, высокой пищевой ценностью, низкой энергетической ценностью.

### Литература

1. Богданов В.Д. Рыбные продукты с регулируемой структурой. – М.: Мир, 2005. – 310 с.
2. Богданов В.Д., Сафронова Т.М. Структурообразователи и рыбные композиции. – М.: ВНИРО, 1993. – 172 с.
3. Магзумова Н.В. Технология производства рыборастительных полуфабрикатов для школьного питания / Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 3. – С. 58–61.
4. Сафронова Т.М. Органолептическая оценка рыбной продукции: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1985. – 216 с.
5. Сафронова Т.М. Справочник дегустатора рыбной продукции. – М.: ВНИРО, 1998. – 244 с.
6. Степура М.В., Лобанов В.Г. Роль функциональных свойств белков в пищевой промышленности / Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 5–6. – С. 28–29.
7. Химический состав пищевых продуктов. – Кн. 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов // Под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.
8. Чернега Н.В. Разработка технологии многокомпонентных консервов в гелеобразных заливках из коллагенсодержащих рыбных ресурсов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Ставрополь, 2006. – 24 с.

УДК 664.951

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ СЕЛЬДИ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СОУСОВ И ЗАЛИВОК

Н.С. Салтанова<sup>1</sup>, О.О. Попова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>*Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003*  
e-mail: Saltanova-ns@yandex.ru

Разработана ресурсосберегающая технология пресервов из сельди, позволяющая рационально использовать сырье. Установлены оптимальные режимы получения бульонов из отходов сельди. Обоснована целесообразность использования сыворотки творожной для гидролиза коллагена.

**Ключевые слова:** сельдь тихоокеанская, коллагенсодержащие отходы, творожная сыворотка, физические свойства.

**Production of souces and pickles with the use of herring collagen wastes.** N.S. Saltanova<sup>1</sup>, O.O. Popova<sup>2</sup>  
(Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia, 683003)

Resource saving technology of herring preserves' production was designed. Optimal modes of bouillon production from herring wastes were determined. Practicability of using curd whey for collagen hydrolysis was stated.

**Key words:** pacific herring, collagen wastes, curd whey, physical characteristics.

Вопрос о пригодности определенного вида рыбы для производства соленой продукции решается с учетом способности объекта к созреванию, так как при просаливании в сырье протекают биохимические процессы, в результате которых продукт приобретает особые вкусовые качества и становится пригодным в пищу без дополнительной кулинарной обработки. Сельдь тихоокеанская является сырьем для производства пресервов, так как содержит комплекс ферментов, обладающих высокой активностью [3, 5, 8, 9]. При производстве пресервов сельдь разделяется на филе без кожи и образуется большое количество коллагенсодержащих отходов (кожа, головы, плавники, кости), которые целесообразно использовать для получения желатиноподобных веществ, применяемых в качестве структурообразующих компонентов пищевых эмульсионных систем [1, 2, 4, 6].

В связи с этим работа была направлена на исследование свойств бульонов из отходов сельди тихоокеанской. Объектом исследований являлась сельдь тихоокеанская (*Clupea pallasii*) и отходы от ее разделки. Сельдь разделяли на филе без кожи и исследования проводили на отходах, полученных от разделки сельди (головы, кожа, плавники, кости), которые подвергали термической обработке, используя для экстракции белковых веществ воду и творожную сыворотку.

При исследовании влияния различных технологических факторов на свойства бульонов из коллагенсодержащих отходов сельди определяли содержание сухих веществ с помощью рефрактометра ИРФ-454 Б2М, вязкость с помощью экспресс-анализатора консистенции ЭАК-1М, кинематическую вязкость с помощью капиллярного вискозиметра ВПЖ-4, температуры застудневания и плавления гелей с помощью термометра, водородный показатель водной среды, используемой для гидролиза коллагена, с помощью рН-метра.

В соответствии с поставленной целью предусматривалось решение следующих задач: исследование влияния различных технологических факторов (вида среды, продолжительности тепловой обработки) на свойства бульонов из коллагенсодержащих отходов, их гелеобразующую способность; обоснование оптимальных условий получения рыбных бульонов; разработка ресурсосберегающей технологии пресервов.

В работе проведены исследования по применению в качестве водной среды для гидролиза коллагена из отходов сельди творожной сыворотки (рН 4,7). В результате исследований установлено, что рН среды оказывает значительное влияние на экстракцию желатиноподобных веществ при тепловой обработке отходов. Физические свойства бульонов из отходов сельди отражены в таблице.



| Показатели                                               | Рыбный бульон на творожной сыворотке |      |      |      | Рыбный бульон на воде |      |      |      |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|------|------|------|-----------------------|------|------|------|
|                                                          | Продолжительность гидролиза, мин.    |      |      |      |                       |      |      |      |
|                                                          | 15                                   | 30   | 45   | 60   | 30                    | 45   | 60   | 75   |
| Температура желирования, °С                              | 5,0                                  | 5,0  | 2,0  | 0,5  | 1,0                   | 1,0  | 1,5  | 1,0  |
| Температура плавления, °С                                | 8,0                                  | 6,0  | 4,0  | 1,0  | 1,0                   | 1,5  | 3,0  | 1,0  |
| Содержание сухих веществ, %                              | 11,8                                 | 12   | 12   | 12   | 5                     | 7,5  | 8    | 8    |
| Кинематическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с <sup>2</sup> | 0,45                                 | 0,52 | 0,42 | 0,42 | 0,32                  | 0,32 | 0,38 | 0,38 |

Из данных таблицы видно, что при использовании творожной сыворотки для гидролиза коллагена в бульонах возрастает содержание сухих веществ и улучшаются структурообразующие свойства: бульоны, полученные на основе сыворотки, обладают большей вязкостью, чем бульоны, полученные на воде.

С увеличением в бульонах концентрации желатиноподобных веществ возрастает температура желирования и температура плавления студня. Нами установлено, что бульон на водной основе образует студень при температуре около 1°С, который начинает плавиться при 3°С, а бульон на основе творожной сыворотки образует студень при температуре 5°С, который начинает плавиться при 6–8°С (см. табл.).

Кроме того, в таблице приведены результаты исследований по влиянию продолжительности термической обработки отходов сельди на физические свойства бульонов, из которых можно сделать вывод, что при использовании для гидролиза коллагена воды с ростом продолжительности термической обработки происходит увеличение содержания сухих веществ в бульоне и оптимальная продолжительность гидролиза будет составлять 60 мин, в то время как при использовании творожной сыворотки содержание сухих веществ практически не повышается при увеличении продолжительности термической обработки и оптимальная продолжительность гидролиза будет составлять 15–30 мин.

На рис. 1 приведены данные по изменению вязкости бульонов в зависимости от продолжительности гидролиза коллагена.

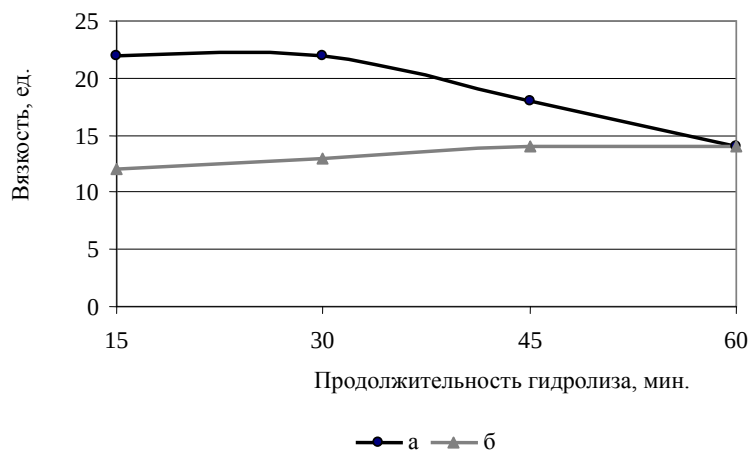


Рис. 1. Изменение вязкости рыбных бульонов в зависимости от продолжительности гидролиза коллагена из отходов сельди: а – рыбный бульон на основе творожной сыворотки; б – рыбный бульон на воде

Из данных рис. 1 видно, что при тепловой обработке бульонов на основе творожной сыворотки вязкость снижается при увеличении продолжительности гидролиза, при этом оптимальная продолжительность гидролиза – 15 мин, в то время как при тепловой обработке бульонов из отходов на воде их вязкость повышается при увеличении продолжительности гидролиза и наибольшая при продолжительности гидролиза – 60 мин. Полученные данные по изменению вязкости бульонов коррелируют с кинематической вязкостью и зависят от содержания сухих веществ в бульоне.

Таким образом, в результате исследований установлены оптимальные режимы гидролиза коллагена из отходов сельди при использовании в качестве водной среды творожной сыворотки: соотношение отходов и творожной сыворотки – 1 : 1, температура гидролиза – 100°С, продолжительность гидролиза – 15–30 мин. При более высокой продолжительности гидролиза температура желирования студня снижается.

Полученные при различных температурах (60, 80 и 100°C) бульоны исследовались на проявление ими эмульгирующей способности. Из результатов исследований можно сделать вывод, что наибольшей эмульгирующей активностью обладает бульон, полученный при температуре 100°C. При использовании этого же бульона получают эмульсию с наиболее густой консистенцией. Эмульсии, полученные с использованием бульона, приготовленного при температуре 100°C, являются наиболее стабильными и вязкими по сравнению с теми, которые готовили при температурах ниже 100°C.

Рассматривая стабильность эмульсий, следует отметить, что она наибольшая у систем, полученных на бульонах на основе творожной сыворотки и содержащих сухих веществ не менее 8% (см. табл.). Эти же эмульсии имеют и наиболее высокую вязкость.

Использование творожной сыворотки для получения рыбных бульонов является целесообразным, так как при этом сокращается продолжительность гидролиза коллагена, что приводит к снижению производственных затрат. Полученные бульоны обладают большей гелеобразующей способностью по сравнению с бульонами, приготовленными с использованием воды. Использование сыворотки способствует повышению пищевой ценности бульонов, так как сыворотка содержит белки (глобулины, альбумины), жиры, углеводы, минеральные вещества, витамины [7].

В результате исследований разработана технология комплексной переработки сельди тихоокеанской с целью получения малосолёных пресервов (рис. 2).

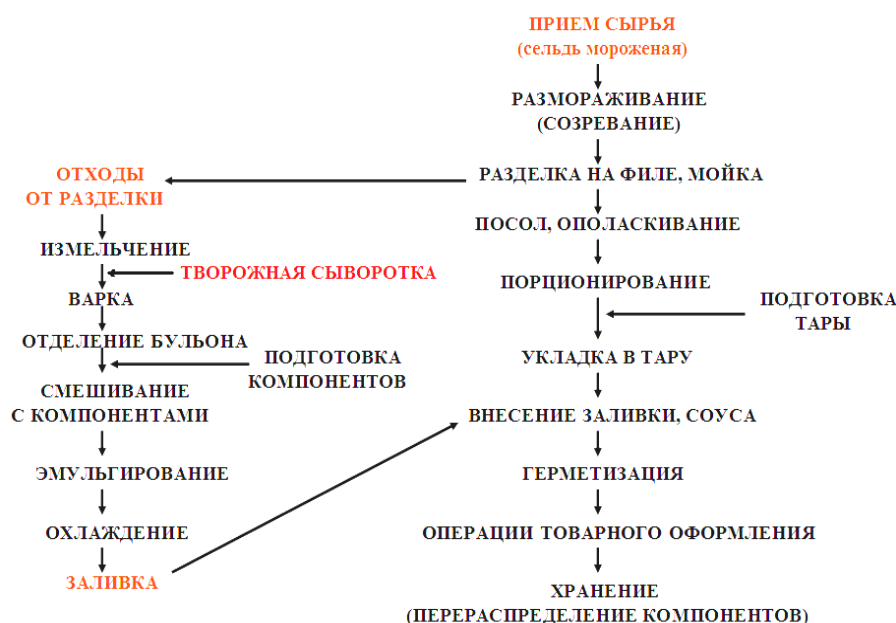


Рис. 2. Технология малосолёных пресервов из сельди

В результате проведенных исследований экспериментально подтверждена целесообразность использования вторичных ресурсов рыбной и молочной промышленности для получения коллагенсодержащих заливок. Обоснована возможность применения сыворотки творожной для теплового гидролиза коллагена отходов сельди тихоокеанской с целью сокращения продолжительности технологического процесса. Разработана технология рациональной переработки сельди, которая позволяет получить пресервы с высокими органолептическими показателями, высокой пищевой ценностью и более высокими экономическими показателями.

### Литература

1. Биотехнология морепродуктов / Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова, О.Я. Мезенова, Н.Т. Сергеева, Т.Н. Слуцкая, Г.Е. Степанова. – М.: Мир, 2006. – 560 с.
2. Богданов В.Д. Рыбные продукты с регулируемой структурой. – М.: Мир, 2005. – 310 с.
3. Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норинев Е.Г. Водные биологические ресурсы Камчатки: биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский: Новая книга, 2005. – 264 с.
4. Богданов В.Д., Сафронова Т.М. Структурообразователи и рыбные композиции. М.: ВНИРО, 1993. – 172 с.

5. Борисочкина Л.И. Современное производство пищевой продукции из сельдевых рыб // Рыб. хоз-во. – 1996. – № 5. – С. 53–56.
6. Технология продуктов из гидробионтов / С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун и др.; Под ред. Т.М. Сафроновой и В.И. Шендерюка. – М.: Колос, 2001. – 496 с.
7. Химический состав пищевых продуктов. – Кн. 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.
8. Шендерюк В.И. Производство слабосоленой рыбы. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 175 с.
9. Шендерюк В.И., Лисовая В.П. и др. Технология малосоленых деликатесных пресервов из разделанной рыбы в мелкой расфасовке // Технология деликатесных малосоленых пресервов и копченой рыбы: Сб. науч. трудов. – Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 1991. – С. 41–61.

УДК 504.054

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПЕЛОИДА ПРИ АНТРОПОГЕННОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ

Н.А. Ступникова

*Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: Stupnikova\_NA@kamchatgtu.ru*

Рассматриваются методы преобразования лечебной грязи, устраняющие ее бактериальное загрязнение, восстанавливающие ее лечебные свойства и повышающие биологическую активность, – пассивная регенерация и активация. В основе данных методов лежит жизнедеятельность автохтонной грязевой микрофлоры, продуцирующей различные вещества антимикробного действия. Вследствие значительной напряженности микробиологических процессов, приводящих к существенной метаморфизации физико-химического состояния пелоида активация обеспечивает более быстрое очищение грязи от привнесенных условно-патогенных микроорганизмов по сравнению с регенерацией, что сокращает срок регенерационного процесса и способствует более экономному и эффективному расходованию грязевых ресурсов.

**Ключевые слова:** пелоид, лечебная грязь, микробиологическое загрязнение, микробный ценоз, физиологические группы микроорганизмов, регенерация, активация, биологическая активность, антибактериальные свойства, межпопуляционные микробиологические взаимодействия.

**Ecological methods of peloid transformation in the conditions of antropogenic pollution.** N.A. Stupnikova (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia, 683003)

Methods of peloid transformation which allow to dispose its bacterial pollution, to repair its medical properties and to improve its biological activity (passive and active regeneration) are considered. Vital activity of autochthonous mud microbial flora producing various antimicrobial action elements is the basis of the given methods. Due to the significant tension of microbiological processes that lead to considerable metamorphization of peloid physical and chemical condition, activation provides faster cleaning of mud from foreign commensals than regeneration. This reduces the period of regeneration process and provides more saving and effective use of mud resources.

**Key words:** peloids, microbiological pollution, microbial cenosis, physiological groups of microorganisms, regeneration, activation, biological activity, anti-bacterial characteristics, interpopulation microbiological interactions.

В современном мире все большее внимание уделяется экологической безопасности населения, под которой понимают защищенность различных потребностей человека от негативных факторов окружающей среды. Специфика применения пелоидов (лечебных грязей) также предполагает их экологическую безопасность и определяет необходимость контроля всех экологических параметров столь сложного субстрата, связанных с условиями его формирования. Среди

загрязнителей лечебных грязей выделяют три группы: эпидемиологические, химические и радиологические [1, 2]. В связи с тем, что значительная часть используемых месторождений лечебных грязей располагается вблизи от населенных пунктов, наибольшее загрязняющее влияние на лечебный субстрат оказывает бактериальная патогенная микрофлора. Основными источниками поступления микробиологического загрязнения в водоемы являются коммунально-бытовые стоки.

Нарастание влияния загрязнителей на водоем за короткий срок может привести к потере его грязелечебного значения, восстановление которого потребует много затрат и времени.

Камчатский регион располагает единственным разведанным и эксплуатируемым грязевым месторождением «Озеро Утиное», обеспечивающим лечебной грязью расположенную на юге полуострова Паратунскую курортную зону и региональные лечебные учреждения. Экологические проблемы данного месторождения связаны со сбросом сточных вод, которые являются источником бактериального загрязнения грязеобразующего водоема. Большая значимость этого грязевого месторождения для камчатского региона делает чрезвычайно важным оценку его экологического состояния и разработку способов восстановления санитарных кондиций лечебной грязи. Решение этих проблем и является целью настоящей работы.

Полученные данные свидетельствуют о неблагоприятной санитарной обстановке на месторождении «Озеро Утиное». Покровная вода озера характеризуется как загрязненная: во всех пробах коли-титр ниже установленной нормы, общее микробное число больше 500 клеток в одном миллилитре, количество некондиционных проб – 100%. По микробиологическим показателям состояние грязевой залежи озера также можно охарактеризовать как неудовлетворительное: содержание кишечной палочки и клостридиума перфрингенса в некоторых пробах на один – два порядка превышает норму, среднее количество некондиционных проб составляет 40%. При таком уровне микробиологического загрязнения лечебная грязь может быть использована в медицинских целях только после ее самоочищения и регенерации в условиях изоляции от источника загрязнения [2].

В ходе экспериментов установлено, что процесс самоочищения грязи весьма длителен. При ее инкубировании в грязехранилище коли-титр и титр-перфрингенс одновременно достигали требуемого санитарными нормами уровня через четыре месяца. Это нужно учитывать при использовании грязи: промежуток времени между ее закладкой в грязехранилище и применением в лечебной практике не должен быть менее четырех месяцев.

Вместе с тем, принимая во внимание тот факт, что грязь сама по себе является сложнейшей динамической экосистемой, можно предположить, что добиться ее эффективной и гарантированной очистки от привнесенных патогенных микроорганизмов можно за счет их конкурентного подавления эндогенными сапротрофными микроорганизмами, участвующими в формировании грязи.

Естественный состав микрофлоры донных отложений оз. Утиное представлен микроорганизмами, принимающими активное участие в процессах трансформации органических и минеральных соединений озерных осадков и в формировании их лечебных свойств [3].

Доминирующей популяцией в бактериальном ценозе донных отложений оз. Утиное как в летних, так и в зимних образцах грязи является аммонифицирующая группа микроорганизмов, принимающая участие в деструкции белковых соединений с образованием аммиака (до  $10^7$  кл. в 1 г грязи). Численность гнилостных аэробов, продуцирующих сероводород, также оказалась значительной (до  $10^5$  кл. в 1 г грязи).

Так как исследуемый пелоид содержит в своем составе большое количество органических веществ (до 20% на сухую массу), то деятельность гнилостных микроорганизмов играет исключительно важную роль в биodeградации органических веществ, используемых в качестве источников питания и энергии, обогащая лечебную грязь такими бальнеологически полезными соединениями, как сероводород и аммиак. Гнилостные бактерии, принимая участие в образовании белковых соединений аммиака и амминных оснований, способствуют установлению благоприятной для илообразования слабощелочной среды, а также, поглощая кислород на поверхности донных отложений, создают оптимальные условия для деятельности анаэробных микроорганизмов. На основании изложенного можно заключить, что в составе данного пелоида белковые соединения являются теми компонентами, которым принадлежит регулирующая роль в определении качественного и количественного состава микрофлоры лечебной грязи.

В исследуемом пелоиде нитрифицирующие бактерии не были обнаружены ни в одной пробе летнего и зимнего отбора, в то время как денитрификаторы, восстанавливающие нитраты до закиси азота, высевались повсеместно в количествах  $10^4$ – $10^5$  микробных тел в 1 г грязи. Значительное количество денитрификаторов – факультативных анаэробов – свидетельствует

о возможной потере азота в результате процесса денитрификации. Следуя Д. Вуду и др. [4], отсутствие нитрифицирующих бактерий в биоценозе пелоида можно объяснить большим содержанием в лечебной грязи органической составляющей, увеличение концентрации которой ингибирует развитие нитрификаторов.

Среди микроорганизмов, осуществляющих минерализацию органических веществ в пробах летнего и зимнего отбора исследуемого пелоида были обнаружены маслянокислые (до  $10^4$  кл. в 1 г грязи), целлюлозоразлагающие аэробы ( $10^2$ – $10^3$  кл. в 1 г грязи) и анаэробы (до  $10^3$  кл. в 1 г грязи). Обе группы микроорганизмов играют большую роль в формировании лечебных грязей, сбраживая простые сахара и крахмал с образованием масляной кислоты, а также разлагая целлюлозу, продукты распада которой используются в качестве энергетического материала сульфатредуцирующими бактериями [5].

Сульфатредукция является одним из наиболее важных процессов, происходящих в пелоидах в восстановительных условиях, поскольку образующиеся сульфид-ионы, взаимодействуя с железом, образуют гидрат сернистого железа – ценный бальнеологический продукт. Высокая влажность (до 78%), благоприятная окислительно-восстановительная обстановка (рН – 6,2–6,8; Eh – до –180 мВ), коллоидная структура пелоида, обилие органического субстрата (до 20% на сухое вещество грязи), значительное присутствие минеральных ионов (содержание сульфат-ионов до 50 мг-экв) создают оптимальные условия для жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий, что подтверждается данными микробиологических анализов: количество сульфатредуцирующих бактерий в грязи озера достигает  $10^3$  кл. в 1 г грязевого субстрата. Наличие реакционноспособного железа обеспечивает накопление в осадках гидротроилита в значительных количествах – до 2,5% сухой массы.

Полученные данные по составу микробного биоценоза пелоида показывают, что в донных отложениях оз. Утиное идет противоположный восстановлению сульфатов процесс окисления соединений серы тионовыми бактериями, численность которых достигала  $10^3$  кл. в 1 г грязи.

Кроме перечисленных физиологических групп микроорганизмов в пелоиде оз. Утиное выявлены актиномицеты (до  $10^2$  кл. в 1 г грязи) и плесневые грибы (до 80 кл. в 1 г грязи).

Таким образом, в процессе исследования определено, что суммарная активность микроорганизмов круговорота углерода, серы, азота в лечебной грязи оз. Утиное достаточно высока, о чем свидетельствует самоочищение нативной грязи от бактериального загрязнения за четырехмесячный срок ее регенерации.

Помимо пассивной регенерации, прибегали к интенсификации этого процесса путем температурной и механической активации, а также путем изменения реологических свойств грязи. Подобная активация приводила к значительному повышению биологической активности грязи и ее освобождению не только от естественного микробиологического загрязнения, но и от искусственно привнесенных в грязь санитарно-показательных и патогенных микроорганизмов, таких как кишечная палочка, синегнойная палочка, стафилококк золотистый, клостридиум перфрингенс. Благодаря активации очищение грязи от бактериального загрязнения происходило за 15 ч.

В период регенерации и активации лечебной грязи развивается ряд биохимических процессов, изменяющих ее состав и свойства, в том числе антимикробные, направленные на угнетение роста и развития чужеродных бактерий. В ходе процессов регенерации и активации лечебной грязи оз. Утиное можно выделить две стадии. Первая – гнилостная, характеризующаяся появлением неприятного гнилостного запаха, постепенно сменяющегося запахом сероводорода, снижением рН в кислую сторону и падением окислительно-восстановительного потенциала. На данной стадии доминируют процессы деструкции белковых соединений, разложения клетчатки, что увеличивает содержание легкодоступного для микроорганизмов органического вещества грязи. Другие биохимические процессы замедлены.

В ходе второй стадии превалируют специфические процессы бактериального восстановления, такие как сульфатредукция, денитрификация, нитратредукция, которые существенно изменяют физико-химическое состояние лечебной грязи. Вторая стадия характеризуется напряженностью микробиологических процессов, протекающих в лечебной грязи, и выраженностью антимикробных проявлений в отношении санитарно-показательных и патогенных микроорганизмов.

Для установления изменений в физико-химическом состоянии лечебной грязи оз. Утиное в процессе регенерации пробы регенерируемой грязи отбирались на исследование через каждые 15 сут; в течение процесса активации пробы отбирались через 5 ч (табл. 1). В ходе регенерации гнилостный, неприятный запах сохранялся до 30 сут. Накопление сероводорода, аммиака в ле-

чебной грязи и увеличение содержания гидрокарбонатов в грязевом растворе происходило довольно интенсивно за счет деятельности сапрофитной микрофлоры. Активная реакция среды изменилась в ходе первой стадии регенерации с 6,15 до 5,79, окислительно-восстановительный потенциал упал с  $-100$  до  $-165$  мВ, что указывает на постепенно увеличивающееся напряжение восстановительной способности грязи. Одновременно наблюдалось снижение активности роста сульфатовосстанавливающих бактерий и в то же время бурное развитие гнилостных процессов (табл. 2). В ходе первой стадии регенерации количество гнилостных анаэробов возросло со 100 до 300 кл. в 1 г сырой грязи, количество гнилостных аэробов возросло с  $1,4 \cdot 10^5$  до  $1,7 \cdot 10^6$  кл. в 1 г сырой грязи. Можно предположить, что на первой стадии регенерации жизнедеятельность сульфатовосстанавливающих бактерий была несколько угнетена другими группами микроорганизмов, в частности гнилостными аэробами. Последние являются устойчивыми споровыми формами и, попадая в благоприятные для роста условия, имеют возможность начать процесс разрушения органического вещества, подавляя развитие других процессов. На данной стадии регенерации выраженного антибактериального действия изучаемой грязи в отношении условно-патогенной и патогенной микрофлоры не обнаружено.

Таблица 1

**Изменение физико-химического состояния лечебной грязи озера Утинное  
в процессах ее регенерации и активации**

| Показатели                                             | Нативная<br>грязь | Сроки отбора грязи на анализ |        |        |        |       |       |        |              |        |        |
|--------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------------|--------|--------|
|                                                        |                   | Регенерация грязи, сут.      |        |        |        |       |       |        | Активация, ч |        |        |
|                                                        |                   | 15                           | 30     | 45     | 60     | 75    | 90    | 120    | 5            | 10     | 15     |
| pH                                                     | 6,15              | 5,97                         | 5,79   | 6,35   | 7,12   | 7,02  | 7,09  | 7,18   | 7,15         | 7,18   | 7,20   |
| Eh, мВ                                                 | -100              | -150                         | -165   | -187   | -178   | -170  | -176  | -155   | -190         | -175   | -166   |
| H <sub>2</sub> S, мг/100 г сырой<br>грязи              | 107,1             | 123,5                        | 140,5  | 192,1  | 244,8  | 269,5 | 267,1 | 268,3  | 252,1        | 264,5  | 271,7  |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/100 г сырой<br>грязи | 7,5               | 13,2                         | 18,7   | 21,8   | 25,0   | 28,2  | 31,7  | 35,1   | 26,1         | 31,5   | 36,0   |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л                   | 146,4             | 232,5                        | 274,6  | 483,3  | 674,3  | 867,7 | 946,4 | 1132,5 | 744,4        | 1025,1 | 1214,3 |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л                   | 1728,0            | 1641,6                       | 1584,0 | 1363,2 | 1104,0 | 969,6 | 912,0 | 748,8  | 979,2        | 806,4  | 662,4  |
| Ca <sup>2+</sup> , мг/л                                | 420,0             | 392,1                        | 368,6  | 332,0  | 272,5  | 228,2 | 204,1 | 168,2  | 240,4        | 168,0  | 140,1  |

Таблица 2

**Численность и активность микроорганизмов лечебной грязи озера Утинное  
в процессах ее регенерации и активации**

| Показатели                                             |                                                             | Натив-<br>ная<br>грязь | Сроки отбора грязи на анализ |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                                        |                                                             |                        | Регенерация грязи, сут.      |                  |                  |                  |                  |                  |                  | Активация, ч     |                  |                  |
|                                                        |                                                             |                        | 15                           | 30               | 45               | 60               | 75               | 90               | 120              | 5                | 10               | 15               |
| Гнилостные<br>микроорганизмы,<br>кл. в 1 г сырой грязи | Аэробы                                                      | $1,4 \cdot 10^5$       | $1,7 \cdot 10^6$             | $1,1 \cdot 10^6$ | $3,5 \cdot 10^5$ | $2,0 \cdot 10^5$ | $1,8 \cdot 10^5$ | $1,0 \cdot 10^5$ | $5,5 \cdot 10^4$ | $1,8 \cdot 10^5$ | $1,0 \cdot 10^5$ | $5,0 \cdot 10^4$ |
|                                                        | Анаэробы                                                    | 100                    | 300                          | 200              | 80               | 30               | 50               | 50               | 50               | 50               | 50               | 50               |
| Сульфат-<br>редуцирующие<br>бактерии                   | Активность<br>(почернение<br>осадка), сут.<br>от дня посева | 4                      | 6                            | 6                | 4                | 3                | 2                | 2                | 2                | 2                | 2                | 2                |
|                                                        | Степень<br>активности<br>(в баллах*)                        | 2                      | 1                            | 2                | 3                | 3                | 3                | 3                | 3                | 3                | 3                | 3                |

\* 1 – едва заметное почернение осадка в среде; 2 – слабое почернение; 3 – интенсивное почернение осадка.

Как нами установлено, направленность процесса активации аналогична ходу процесса регенерации. Исходя из этого, можно полагать, что в ходе активации первая стадия преобразования лечебной грязи продолжается 2–3 ч. Изучение изменения физико-химического состояния лечебной грязи оз. Утиное в этот промежуток времени не проводилось, так как первый отбор проб был осуществлен через 5 ч.

В процессе второй стадии регенерации наблюдается постепенное увеличение биологической активности грязи, что выражается в повышении антимикробных свойств пелоида вследствие напряженности микробиологических процессов. В ходе второй стадии регенерации величина pH постепенно возрастала, и к 60 сут она достигала нейтрального значения, оставаясь затем почти стабильной до конца наблюдения. Одновременно происходило обогащение лечебной грязи сероводородом и существенная метаморфизация грязевого раствора в результате биохимической сульфатредукции. Так, во взятых пробах грязи при посевах на питательную среду отмечалось появление интенсивного черного осадка не на шестые сутки после посева (как это имело место на первой стадии регенерации), а на четвертые, третьи сутки, и в дальнейшем, до конца исследования, на вторые сутки (табл. 2). Результаты исследований показывают, что ход преобразования лечебной грязи при активации имеет такую же направленность, как и при регенерации. Однако скорость и интенсивность биохимических процессов при активации значительно выше, что обусловлено, прежде всего, интенсификацией процесса деструкции органического вещества грязи, который определяет ход других процессов бактериального восстановления. Сравнение результатов двух методов преобразования лечебной грязи показывает, что скорость биохимических процессов (на примере процесса бактериального восстановления сульфатов) различается в среднем в 200 раз. В ходе 15-часовой активации наблюдаются более существенные изменения в физико-химическом состоянии лечебной грязи, чем при многосуточной регенерации, свидетельствующие о значительной напряженности микробиологических процессов, способствующих повышению биологической активности грязи и ее очищению от привнесенной условно-патогенной и патогенной микрофлоры.

В ходе регенерации и активации качественный состав эндогенного микросообщества грязи оз. Утиное практически не претерпевает изменений и соответствует микросообществу нативной грязи. Динамика изменения микробиологических показателей при активации аналогична динамике изменения микросообщества грязи при ее регенерации (рис. 1).

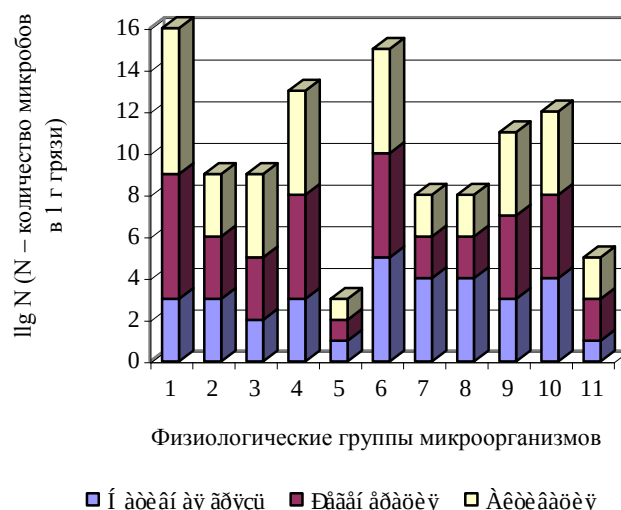


Рис. 1. Микробиологические показатели лечебной грязи оз. Утиное в процессах регенерации и активации:  
 1 – аммонифицирующие аэробы (NH<sub>3</sub>); 2 – аммонифицирующие анаэробы (H<sub>2</sub>S); 3 – нитрифицирующие аэробы;  
 4 – денитрифицирующие аэробы (N<sub>2</sub>O); 5 – денитрифицирующие анаэробы (N<sub>2</sub>); 6 – маслянокислые;  
 7 – целлюлозоразлагающие аэробы; 8 – целлюлозоразлагающие анаэробы; 9 – сульфатредуцирующие;  
 10 – тионовые; 11 – плесневые грибы

Однако при сравнении с нативной лечебной грязью численность микроорганизмов некоторых физиологических групп в ходе преобразования изменяется. Увеличивается количество аммонифицирующих аэробов, продуцирующих аммиак, аммонифицирующих анаэробов, денитрификаторов, сульфатредукторов.

Преобладающей популяцией среди вышеперечисленных групп микроорганизмов является группа гнилостных аэробов, разлагающих органическое вещество грязи до мономерных легкоусвояемых органических и минеральных соединений. Количество таких микроорганизмов, как маслянокислые, тионовые, плесневые грибы не изменяется и остается на прежнем уровне. Численность целлюлозоразлагающих микробов в ходе преобразования лечебной грязи уменьшается.

Как в любой микробной ассоциации, сосуществование микроорганизмов в такой сложной динамичной экосистеме, какой является лечебная грязь, определяется рядом параметров среды обитания ( $t^\circ$ , pH, Eh, аэрацией, пищевыми ресурсами и др.) и межпопуляционными взаимодействиями микробов между собой [6]. Можно предположить, что увеличение численности некоторых групп микроорганизмов паратунского пелоида связано не только с созданием в ходе преобразования грязи благоприятных внешних экологических условий для их развития и роста, но и с отсутствием их конкурентного вытеснения другими группами микробов. В свою очередь доминирующие популяции микроорганизмов контролируют рост и развитие других групп микроорганизмов. Осуществление подобного контроля происходит в результате симбиотических или антагонистических взаимоотношений между микробами. Положительные микробные взаимодействия способствуют возникновению особых условий, когда рост одной популяции порождает возможность развития другой популяции микроорганизмов. Микробный симбиоз предполагает снабжение организмов одной группы жизненно важными для них метаболитами другой или удаление одной группой микроорганизмов токсических продуктов метаболизма другой. Практически все микробные метаболиты активны и могут выступать как ингибиторы или стимуляторы развития отдельных групп микроорганизмов, а значит как регуляторы качественного состава и численности популяций микроорганизмов в биоценозе [7]. Именно продуктами обмена обусловлен микробный антагонизм паратунского пелоида. Уменьшение целлюлозоразлагающих бактерий в ходе преобразования, вероятно, связано с их конкурентным подавлением другими группами микроорганизмов.

Отмирание болезнетворной микрофлоры в процессе преобразования лечебной грязи также можно объяснить влиянием антагонистической эндогенной микрофлоры, которая выделяет антибиотические вещества специфического и неспецифического антимикробного действия (антибиотики, индол, скатол, фенол, аммиак, сероводород, органические кислоты и др.). Более быстрому очищению от условно-патогенной микрофлоры лечебной грязи оз. Утиное в условиях активации способствует, прежде всего, температурный фактор. Как показали результаты наших исследований, согласующиеся с данными В.И. Зотовой с коллегами [8], А. Рамбо с соавтором [9], с повышением температуры развивается больше сапрофитов, продуцирующих антибактериальные вещества и конкурентно подавляющих бактериальную микрофлору. Повышение температуры также увеличивает проницаемость оболочки клетки патогенной бактерии для антибиотических веществ грязи. Также можно допустить, что при увеличении температуры среды происходит более интенсивный обмен веществ бактериальной патогенной клетки и наступает быстрая ее гибель, подобно тому, как это бывает у термофилов. При низкой температуре процессы жизнедеятельности бактериальной клетки замедляются, и она длительно сохраняет свою жизнеспособность, находясь в состоянии близком к анабиозу.

Таким образом, антибактериальная активность данного грязевого субстрата является прямым производным жизнедеятельности автохтонной грязевой микрофлоры, отличающейся разнообразием и достаточной численностью микроорганизмов различных физиологических групп, которые продуцируют специфические и неспецифические вещества антимикробного свойства, обладающие способностью в очень низких концентрациях подавлять развитие болезнетворных микробов. Именно жизнедеятельность микроорганизмов лежит в основе способов преобразования пелоида с целью восстановления его лечебных свойств и повышения биологической активности. Причем оптимальные условия для метаморфизации микробиологического и физико-химического состояния пелоида создаются в ходе активации, которая приводит не только к более быстрому очищению пелоида от условно-микрофлоры по сравнению с регенерацией и получению высокоактивного лечебного средства, но и решает проблему сокращения сроков регенерационного процесса, что позволяет значительно уменьшить объемы изъятия грязи из месторождения, увеличить кратность использования грязи на лечебные процедуры, тем самым способствуя более экономному и эффективному расходованию грязевых ресурсов.



### Литература

1. Требования к экологическому состоянию месторождений минеральных вод и лечебных грязей / В.Б. Адилов, А.В. Дубовский, В.И. Зотова, Н.Г. Петрова, Я.А. Требухов // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 1996. – № 6 – С. 38–44.
2. Требухов Я.А. Требования к изучению месторождений лечебных грязей // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 2000. – № 5. – С. 39–42.
3. Ступникова Н.А., Мурадов С.В. Физико-химические и микробиологические исследования лечебной грязи месторождения Озеро Утиное Камчатской области // Вестник ДВО РАН. – 2005. – № 3. – С. 76–82.
4. Wood J.B., Hurley B.Y.F., Matthews P.J. Some observations on the biochemistry and inhibition of nitrification // Water Res. – 1981. – V. 15. – № 5. – P. 543.
5. Иванов М.В. Круговорот серы в озерах и водохранилищах // Глобальный биогеохимический цикл серы и влияние на него деятельности человека. – М.: Наука, 1983. – С. 256–280.
6. Заварзин Г.А., Колотилова Н.Н. Введение в природоведческую микробиологию. – М.: Книжный дом «Университет», 2001. – 255 с.
7. Турранен Л.С. Роль летучих метаболитов в межмикробном взаимодействии. – Новосибирск: Наука, 1989. – 101 с.
8. Зотова В.И., Афанасьева М.И., Тишкова Н.Ю. Ферментативная активность пелоидов как показатель их биологического состояния // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 1990. – № 3. – С. 55–56.
9. Рамбо А., Рамбо Г. Контроль над созревшими лечебными грязями // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 1991. – № 5. – С. 41–46.

УДК 664.951

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЬГИНАТА НАТРИЯ ИЗ КАМЧАТСКОЙ БУРОЙ ВОДОРОСЛИ *F. EVANESCENS*

В.Б. Чмыхалова

*Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: efimoff-a@mail.ru*

В работе откорректирована методика получения альгината натрия, обеспечивающая больший выход соединения и лучшие органолептические свойства.

**Ключевые слова:** бурые водоросли, альгинат натрия, рецептакулы, гель альгиновой кислоты, деминерализация, отбеливание.

**Development of sodium alginate production technology using kamchatka brown algae *F. evanescens*.**  
V.B. Chmykhalova (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia, 683003)

Method of sodium alginate production providing bigger yield of compound and its organoleptic characteristics was updated.

**Key words:** brown algae, sodium alginate, receptacle, gelatine, demineralization, whitening.

Выбор технологических условий для извлечения альгиновой кислоты предопределяется химическим составом бурых водорослей, поступающих на переработку. Основным показателем возможности их применения для получения альгината считается содержание альгиновой кислоты в интервале 20–40% от сухой массы водорослей [5, 6]. При производстве альгината из водорослей основной задачей считается получение очищенного продукта, без цвета и запаха, имеющего высокую вязкость водных растворов.

В разных странах производство альгинатов осуществляется по собственным технологиям, однако принципиальная схема выделения альгинатов из водорослей остается неизменной и состоит из следующих основных операций: предварительная обработка водорослей, экстракция альгината, осаждение альгиновой кислоты и получение из нее необходимых солей натрия, кальция, калия и др. [1, 3, 5, 7, 8]. Разработан способ получения смешанных солей альгиновых кислот, когда к карбоксильным группам полимера присоединяют различные элементы в макро- ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Fe}^{++}$ ) и микро- ( $\text{Mo}^{++}$ ,  $\text{Co}^{++}$  и др.) количествах.

В производстве альгината натрия большой проблемой является получение неокрашенного продукта без вкуса и запаха. Цвет альгинатов и их водных растворов, а также другие показатели являются важными качественными характеристиками, поэтому исследователи большое внимание уделяют вопросу обесцвечивания и в технологическую схему часто включают процесс отбеливания альгинатов хлорной известью, гипохлоритом, перекисью водорода и др. [4, 7]. Применение отбеливающих реагентов приводит к обесцвечиванию альгината, но при проведении этого процесса неизбежна деструкция полимера альгиновой кислоты и, как следствие, снижается вязкость альгинатных растворов. Хорошие результаты дает применение формалина, так как он связывает пигменты в нерастворимый белково-целлюлозный комплекс. В норвежской фирме «Протан» – известном мировом производителе альгината – многие годы применяли способ консервирования бурых водорослей формальдегидом, что также способствовало получению неокрашенного продукта. Однако в последние годы в связи с повышением контроля над сохранением окружающей среды санитарные власти Норвегии запретили сброс в канализацию и прибрежные воды стоков, содержащих формальдегид. Поэтому норвежские ученые предложили способ консервирования *L. digitata* и других бурых водорослей хлоридом натрия, аналогичный способу, применяемому в России (Пат. РФ № 2041657).

В России исследования бурых водорослей и разработка технологии получения альгината и маннита были начаты еще в 1930-е гг. В интенсивный исследовательский процесс были включены бурые водоросли Черного, Белого, Баренцева и дальневосточных морей. Производство маннита и альгината было организовано в Архангельске еще в 1948 г., в качестве сырья использовали бурые водоросли Белого и Баренцева морей – ламинарию пальчаторассеченную (*L. digitata*) и ламинарию сахарину (*L. saccharina*) для получения маннита и альгината, а также четыре вида фукусковых водорослей (*F. vesiculosus*, *F. distichus*, *F. serratus*, *A. nodosum*) для получения технического альгината и биологически активных экстрактов [2, 9].

На примере исследований химико-технологических свойств двухлетней ламинарии японской, культивируемой в двухгодичном цикле у берегов Приморского края (Японское море), было установлено, что эффективность экстракции альгиновой кислоты из исходного водорослевого материала зависит от количества поливалентных металлов (кальция), связанных с альгиновой кислотой водоросли, величина которых непостоянна, возрастает в процессе биосинтеза альгинатов, зависит от сезона сбора водоросли и содержания в полимере L-гулурановой кислоты. Этими и более поздними работами было показано, что в технологическом процессе получения альгината, где применяют кислотную предобработку, необходимо устанавливать оптимальную концентрацию кислоты, ее температуру и продолжительность обработки водорослей как факторы, катализирующие реакцию отщепления поливалентных металлов от альгинатов в водорослях. Правильно подобранные условия кислотной предобработки позволяют извлекать высокомолекулярную фракцию альгиновой кислоты, обогащенную L-гулурановой кислотой.

Однако в настоящее время в технологической литературе нет данных, касающихся содержания полисахаридов в камчатских видах бурых водорослей. Эти данные изложены в большинстве литературных источников для водорослей Приморья и беломорских видов бурых водорослей. Отсутствуют также данные об изменении содержания полисахаридов в зависимости от условий обитания водорослей и о выходе полисахаридов (в частности альгината натрия) в зависимости от степени и характера загрязненности акватории.

По литературным данным наиболее весомым соединением в составе полисахаридов бурых водорослей считается альгиновая кислота. Тем не менее в литературных данных нет сведений о зависимости характера загрязненности акватории на содержание альгинатов в водорослях и влиянии загрязнения на выход этого соединения. Существующие методики получения альгинатов разнообразны. Они предполагают выход в пределах 2–5%. Анализ факторов, которые могут увеличить выход альгината из водорослей, также весьма перспективен.

Объектом изучения в настоящей работе является представитель рода *Fucus* – *F. evanescens*, который является одним из самых массовых представителей камчатской литоральной флоры водорослей-макрофитов.

Изученный нами материал был собран в высокобореальных водах Дальнего Востока: у северных Курильских и Командорских островов и у побережья Камчатки. У западного побережья пробы фукуса были взяты у о. Птичий, м. Амбон, района, расположенного севернее м. Утхолокский, у восточного – в заливах Корф, Анапка, Кроноцкий и Авачинский.

Основной объем данных по биологии развития фукуса был получен при изучении проб водорослей, собранных автором за период исследований 2010 г. в Авачинской губе. Пробы фукуса для лабораторных исследований собирали во время сизигийных отливов в среднем горизонте литорали. Для взятия количественных проб использовали рамку  $0,25 \times 0,25$  м<sup>2</sup>. Ее накладывали на участок дна с наиболее высокой для района плотностью зарослей, и из нее брали все растения, подошва которых приходилась на площадь, ограниченную рамкой. В одну пробу входило обычно 95–105 растений. В этикетке указывали время и места сбора материала. Сбор проб на выбранных полигонах производили либо в один и тот же день, либо в течение двух дней. Период между помесечным отбором проб составлял 29–30 дней.

Обработку проб в лаборатории начинали в тот же или на следующий день. Во избежание изменения физико-химических показателей собранный материал до конца обработки хранили в полиэтиленовых пакетах в холодильнике при температуре не выше 4°C.

У каждого растения определяли массу. С этой целью каждый образец взвешивали на аналитических весах ВЛКТ с максимальной нагрузкой до 500 г.

Для определения содержания альгината натрия из всех собранных растений готовили среднюю пробу. Их измельчали, перемешивали, затем брали навеску для определения содержания альгината натрия. Определение проводили по стандартной методике, разработанной специалистами ТИНРО-центра.

Получение альгиновой кислоты, альгината кальция, альгината натрия или смешанных солей альгиновой кислоты – это комплекс технологических процессов, включающих предварительную подготовку водорослей, их деминерализацию, экстрагирование альгиновой кислоты в виде натриевой соли, фильтрацию раствора альгината натрия, получение геля альгината кальция, альгиновой кислоты или геля смешанного катионного состава, получение пасты альгината натрия или пасты ее смешанной соли, сушки, измельчения, фасования, упаковывания.

В качестве исходного сырья использовали фукусы, добытые из разных местообитаний. Заготавливали водоросли для этой цели в период с июля по сентябрь включительно. Часть водорослей высушивали при температуре окружающего воздуха до равновесной влажности. Другую часть замораживали в морозильной камере до температуры в толще блока минус 18°C. В процессе работы были использованы водоросли – сырец, сушеные, мороженые.

Перед началом обработки проводили подготовку водорослей. С этой целью их промывали в морской или пресной воде, удаляли песок, слизь и другие загрязнения. Сушеные слоевища водорослей замачивали в пресной воде до их полного восстановления. Мороженые водоросли размораживали в пресной воде температурой 15–20°C в течение 2 ч. Сырые или восстановленные слоевища измельчали с помощью размольного механизма.

Процесс деминерализации проводили для превращения альгинатов водоросли в альгиновую кислоту. Предварительно подготовленные водоросли загружали в марлевые мешочки, опускали в эмалированную емкость и заливали 2,0%-ным раствором соляной кислоты при температуре 30–35°C в массовом соотношении ЖК 1 : 1 (отношение массы сырой водоросли к объему раствора) или ЖК 1 : 15 (отношение массы воздушно-сухой водоросли к объему раствора), выдерживали в течение 2,0 ч при перемешивании.

По окончании процесса деминерализации сетчатый мешок с водорослями поднимали, выдерживали для стекания раствора кислоты в течение 15–20 мин, промывали два – три раза водопроводной водой температурой 12–20°C при ЖК 1 : 5 с настаиванием в течение 30 мин и периодическим перемешиванием. Промывку проводили до pH 7 в промывных водах.

Деминерализованные промытые водой водоросли помещали в емкость из нержавеющей стали, заливали горячей водой температурой 80°C в соотношении 1 : 30 (воздушно-сухие водоросли : вода), добавляли углекислый натрий ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) из расчета 10% к массе исходных сушеных водорослей, доводили до pH 8,5–9,0. Экстракцию проводили в течение 6 ч при температуре 80–90°C, поддерживая pH 8,5–9,0, периодически перемешивая смесь.

Деминерализованные промытые водой водоросли заливали горячей водой температурой 80°C в соотношении 1 : 30 (воздушно-сухие водоросли : вода), добавляли углекислый натрий ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) из расчета 10% к массе исходных сушеных водорослей, доводили до pH 8,5–9,0. Экстракцию проводили в течение 8 ч при температуре 80–90°C, поддерживая pH 8,5–9,0, периодически перемешивая смесь. Контролировали pH смеси, поддерживая его уровень 8,5–9,0 в течение всего процесса экстракции.

Водорослевую смесь после экстрагирования фильтровали (отделяли экстракт, содержащий альгинат натрия, от водорослевого остатка). Очищенный экстракт с содержанием примесей не более 0,4 г/л охлаждали до температуры 20°C.

Альгиновую кислоту осаждали из очищенного альгинатного экстракта введением дозированного объема 18%-го раствора соляной кислоты. Гель альгиновой кислоты образовывался в виде крупных белых сгустков при достижении pH 2–3. Его выдерживали при периодическом перемешивании в течение 20–30 мин для завершения реакции образования альгиновой кислоты, созревания и уплотнения геля. Гель альгиновой кислоты направляли на вибросито, где промывали водой при температуре 90–95°C до pH 3,0–3,5. Промытый гель отделяли от избытка воды прессованием.

Частично обезвоженный гель альгиновой кислоты помещали в емкость, добавляли 3,5% карбоната натрия и 50% дистиллированной воды. Смесь выдерживали при периодическом перемешивании в течение 5–6 ч. В результате получали густую альгинатсодержащую пасту. Прохождение процесса реакции контролировали pH-метром.

Пасту альгината натрия заливали спиртом в соотношении альгината и спирта 1 : 2, тщательно перемешивали до образования крепких волокон альгината, выдерживали в спирте не менее 30 мин, затем направляли на вибросито для отделения спирта от осадка.

Обезвоженный спиртом альгинат измельчали на мельнице, помещали ровным слоем на поддоны и сушили при температуре 50–70°C в до содержания влаги не более 15%.

Готовый продукт представлял собой порошок от кремового до белого цвета, без запаха и вкуса, растворяющийся в воде с образованием вязких, клейких растворов при достаточно низкой концентрации (0,2–0,5%). При повышении концентрации альгината натрия до 2–3% в водном растворе образуются густые нетекучие пасты.

Выход альгината натрия во всех проведенных экспериментах был величиной непостоянной и при одних и тех же условиях извлечения и образования альгината в водорослях одного и того же периода сбора зависел от места обитания водорослей. Величина выхода альгината в проведенных экспериментах приведена в табл. 1.

Таблица 1

Содержание альгината натрия в фукусах из разных местообитаний

| Выход альгината натрия, % сухого вещества |                   |                 |          |               |
|-------------------------------------------|-------------------|-----------------|----------|---------------|
| б. Вилючинская                            | б. Малая Лагерная | Авачинская губа |          |               |
|                                           |                   | б. Моховая      | р-н СРМЗ | б. Сероглазка |
| 17,0                                      | 16,9              | 8,7             | 10,2     | 11,3          |

Из табл. 1 видно, что максимальное содержание альгината было обнаружено в водорослях, обитающих в ненарушенной среде, которой можно считать б. Вилючинская. Немного меньше его содержание (99,4% от максимального) было в слабозагрязненном месте – б. Малая Лагерная. В фукусах из районов с сильным уровнем загрязнения акватории [10] содержание альгината натрия снизилось по сравнению с максимальным. Эта разница составила у растений из б. Моховая – 40%, из б. Сероглазка – 48,8%, из района СРМЗ – 33,5%. Загрязняющие вещества Авачинской губы представлены фенолами, СПАВ, нефтепродуктами и биогенными веществами. Исследованиями разных авторов показано, что наиболее загрязненным районом Авачинской губы является б. Моховая, наименее загрязненным – район Сероглазка. Это объясняет резкое снижение количества альгината натрия в растениях из этих районов.

В процессе работы было исследовано содержание альгината натрия в водорослях, собранных в разные сезоны года. Динамика этих показателей приведена в табл. 2.

Таблица 2

## Содержание альгината натрия в фукусах в разные сезоны года

| Сезон сбора       | Содержание альгината натрия, % сухого вещества |                   |                 |
|-------------------|------------------------------------------------|-------------------|-----------------|
|                   | б. Вилучинская                                 | б. Малая Лагерная | Авачинская губа |
| Май – июнь        | 18,1                                           | 17,9              | 11,0            |
| Август – сентябрь | 15,9                                           | 15,9              | 9,1             |

По данным табл. 2 видно, что во всех районах исследований максимальное содержание альгината натрия содержат водоросли в весенний и раннелетний период. К осени количество альгината в растениях из ненарушенной среды обитания (б. Вилучинская) снижается на 12,1%, в растениях из слабозагрязненного района (б. Малая Лагерная) – на 11,1%, в растениях, обитающих в антропогенных условиях – на 17,2%. Таким образом, по данным табл. 2 в период с июня по сентябрь содержание альгината максимально снизилось в водорослях, обитающих в антропогенной среде. Эти данные могут помочь в определении сроков изъятия водорослей с целью выделения из них альгиновых соединений.

Кроме этих исследований нами было проведено определение содержания альгината в разных частях растения. С этой целью были выделены листовая часть, стебель и верхушки побегов – рецептакулы. Данные о содержании альгината в перечисленных частях растения приведены в табл. 3.

Таблица 3

## Содержание альгината натрия в фукусах в разных частях растения

| Части растения | Содержание альгината натрия, % сухого вещества |
|----------------|------------------------------------------------|
| Стебель        | 16,0                                           |
| Листовая часть | 16,3                                           |
| Рецептакулы    | 7,2                                            |

Эти данные показывают, что в листовой части содержание альгината практически такое же, как в стебле, поэтому при подготовке водорослей следует использовать все растение. Тем не менее содержание альгината в рецептакулах значительно меньше – на 45% по сравнению с остальными частями растения. Поэтому зрелые рецептакулы желательно отделять от водоросли при производстве альгината натрия, чтобы не снизить его выход.

В процессе работы нами были проведены исследования по изменению параметров процесса обработки водорослей с целью увеличения выхода альгината натрия. Итоговые показатели этих исследований приведены в табл. 4.

Таблица 4

## Режимы обработки водорослей при получении альгината натрия

| Показатели                                                                  |               | Выход альгината натрия, % сухого вещества |                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                                                             |               | Технология ТИНРО-центра                   | Проектируемый вариант                     |
| Предварительная подготовка водорослей                                       | Без формалина | 16,2                                      | –                                         |
|                                                                             | С формалином  | –                                         | 16,9                                      |
| Концентрация соляной кислоты при деминерализации                            | 2%            | 16,2                                      | –                                         |
|                                                                             | 1%            | –                                         | 15,5                                      |
| Температура экстракции                                                      | 90°C          | 16,2                                      | –                                         |
|                                                                             | 70 °C         | –                                         | 16,0                                      |
| Концентрация соляной кислоты, используемой для осаждения альгиновой кислоты | 18%           | 16,2                                      | –                                         |
|                                                                             | 22%           | –                                         | 16,6                                      |
| Температура сушки и цвет готового продукта                                  | 70°C          | 16,2 (коричневый)                         | –                                         |
|                                                                             | 40°C          | –                                         | 16,0 (от светло-коричневого до кремового) |

Анализ полученных данных позволяет говорить о наиболее благоприятных режимах обработки камчатских фукусовых водорослей при получении из них альгината натрия. Таковыми являются использование предварительной подготовки водорослей 1%-ным раствором формалина (жидкостной коэффициент 30), увеличение концентрации минеральной кислоты, осаждающей альгиновую кислоту. Другие изменения технологических параметров: понижение температуры экстракции, снижение концентрации кислоты при деминерализации водорослей и понижение температуры сушки водорослей – не привели к заметному увеличению выхода альгината, но позволили получить более светлый экстракт и наименее окрашенный альгинат. Поэтому они также могут быть применены в технологическом процессе производства альгината.

По результатам наших исследований технологическая схема производства альгината натрия примет следующий вид (рис. 1)

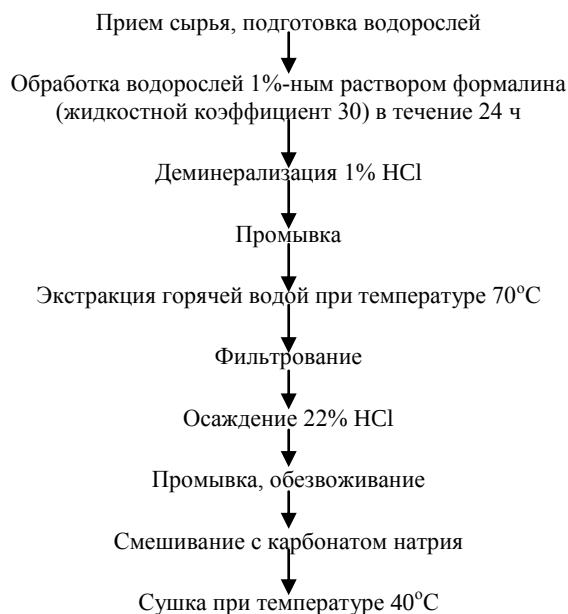


Рис. 1. Технологическая схема получения альгината натрия

Качественные показатели полученного альгината натрия приведены в табл. 5.

Таблица 5

**Показатели качества альгината натрия**

| Показатели         | Значение                           |
|--------------------|------------------------------------|
| Внешний вид        | Порошок                            |
| Цвет               | От кремового до светло-коричневого |
| Вкус               | Без вкуса                          |
| Запах              | Без запаха                         |
| Содержание воды, % | 10                                 |
| Содержание золы, % | 22                                 |

Результаты проведенных исследований по разделу «Изучение особенностей развития, систематики и возможностей использования водорослей Камчатского шельфа» показывают, что содержание альгината натрия в водорослях – величина непостоянная и зависит от ряда факторов. К ним, в первую очередь, можно отнести загрязненность среды обитания фукуса. Выход альгината заметно снижается по мере увеличения загрязненности среды обитания фукуса.

Немаловажным фактором является различие в содержании альгината в разных частях растений. Если листовая часть и стебель (жилка) фукуса не имеют значительных различий в содержании альгината, то по мере созревания рецептакулов в верхушечных частях побегов резко снижается содержание полисахарида. Это говорит о том, что стерильные растения могут быть переработаны полностью, а при созревании рецептакулов последние необходимо отделять от растения, чтобы не снизить выход альгината.

Анализируя условия обработки водорослей, увеличивающих выход альгината, видим, что предварительная обработка водорослей формалином и увеличение концентрации соляной кислоты, используемой для осаждения альгиновой кислоты, облегчит образование и извлечение альгината. А изменение таких параметров, как температура экстракции водорослей и температура сушки готового продукта позволит получить более светлый продукт.

В целом, непостоянство содержания альгиновых соединений и нестабильный выход альгината можно также объяснить непостоянством внешних условий литорали.

### Литература

1. Баранов В.С. Разработка технологии производства пищевого альгината натрия из фукусов и его использование в промышленности / МИНХ: Реф. НИР и ОКР. – 1982. – Сер. 12. – № 6. – 55 с.
2. Бокова Е.М., Титов В.М. Сырьевые и производственные проблемы Архангельского опытного водорослевого комбината // Материалы 1-й Междунар. конф. «Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки». – М.: ВНИРО, 2002. – С. 110–116.
3. Вриц Э.А., Подкорытова А.В., Аминина Н.М. Данные химического состава бурых водорослей Восточной Камчатки и Шантарских островов. Рекомендации по их комплексному использованию: Отчет о НИР / ТИНРО. № 20331; № ГР 01828005255. – Владивосток, 1987. – 29 с.
4. Гернет Н.Л., Виноградова Г.В. Пути повышения качества альгината натрия // Материалы рыбохозяйственных исследований. – Мурманск, 1970. – Вып. 12. – С. 111–113.
5. Кизеветтер И.В., Грюнер В.С., Евтушенко В.А. Переработка морских водорослей и других промысловых водных растений. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – 416 с.
6. Кизеветтер И.В., Суховеева М.В., Шмелькова Л.П. Морские водоросли и травы дальневосточных морей. – М.: Пищ. пром-сть, 1981. – 113 с.
7. Лукачев О.П. Процесс отбеливания альгинатных растворов // Материалы рыбохоз. исслед. сев. бассейна. – Мурманск, 1970. – Вып. 13. – С. 119–124.
8. Подкорытова А.В., Шмелькова Л.П. Получение альгината натрия из отходов при обработке ламинариевых // Изв. ТИНРО. – 1983. – Т. 108. – С. 53–56.
9. Репина О.И., Муравьева Е.А., Подкорытова А.В. Химический состав промысловых бурых водорослей Белого моря // Тр. ВНИРО: Прикладная биохимия и технология гидробионтов. – 2004. – Т. 143. – С. 93–99.
10. Чмыхалова В.Б. Развитие бурой водоросли *F. evanescens* в прикамчатских водах // Автореф. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2005. – 25 с.

## РАЗДЕЛ III. ЭКОНОМИКА И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ

УДК 338.26

ЭМИГРАЦИОННЫЕ НАСТРОЕНИЯ СРЕДИ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ  
ГОРОДА ВЛАДИВОСТОКА В 2009 ГОДУ

И.С. Безруков

*Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: bezrukov\_is@mail.ru*

В статье рассматриваются причины эмиграционного настроения студентов основных вузов Приморского края и приводятся рекомендации и основные направления общественной деятельности для снижения напряженности и негативных тенденций в миграционном развитии Дальнего Востока.

**Ключевые слова:** международная миграция специалистов, рынок образовательных услуг, ПМЖ (постоянное место жительства), импортер, экспортер иностранной рабочей силы, мотивация миграции.

**Emigrational attitude among students of higher educational institutions in Primorskiy region.** I.S. Bezrukov (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia, 683003)

Reasons of students' emigration attitude in Primorskiy region are discussed in the article. Recommendations and main directions of social activities for reducing tensions and negative trends in the migration of the Far East of Russia are outlined. Sample group includes students of major universities in Primorskiy region.

**Key words:** international migration of specialists, educational services market, permanent place of residence (domicile), importer, exporter of foreign man power, migration motivation.

Одной из характерных особенностей развития процессов интернационализации хозяйственной жизни и продвижения к постиндустриальному обществу является международная миграция высококвалифицированных специалистов. Границы независимых государств стали более прозрачными не только для движения товаров и капитала, но и для миграции высококвалифицированных специалистов. Приток в страну высококвалифицированных кадров является результатом реализации политики приоритетного развития науки и техники, и по существу страна получает дополнительный бесплатный ресурс. И наоборот, отток из страны таких специалистов рассматривается как «утечка умов» и потеря национального интеллектуального потенциала [5].

Проблема миграции специалистов из России в основном научных работников и преподавателей вузов является предметом широкого обсуждения. Эти дискуссии связаны с отсутствием полных достоверных статистических данных об эмигрировавших ученых и специалистах, а также о масштабах временной трудовой и учебной миграции. Доступные и достоверные данные есть лишь о выезжающих на постоянное место жительства (ПМЖ) за рубеж.

Статистический учет мигрантов до 1992 г. проводился на уровне социально-профессиональных групп, где категория научных работников и специалистов включалась в состав группы служащих. Лишь с 1992 г. УВИР МВД разработал новую форму сведений о мигрантах по уровню образования и ученым степеням, а также по видам занятий или источникам средств существования. Это позволило наиболее точно оценить эмиграцию высококвалифицированных кадров и связанные с ней потери России.

Недостаточная полнота статистической информации не позволяет оценить масштабы межгосударственной миграции и структурные характеристики. Необходимы данные, полученные на основе социологических опросов и экстренных оценок. Такой анализ включает этнический состав миграционного потока. Отраслевая структура занятости населения региона выхода мигрантов, уровень образования, половозрастная структура населения и особенности иммиграционной политики принимающей страны дадут общую и более достоверную характеристику миграционных потоков высококвалифицированных специалистов [3].

Современная Россия вошла в мировой рынок труда, прежде всего, как импортер иностранной рабочей силы, хотя большинство экспертов предрекали обратное. После принятия Закона



«О въезде в Российскую Федерацию и выезде из Российской Федерации» в 1991 г. прошло достаточно времени для анализа места России в международной миграции.

В последнее десятилетие экспорт рабочей силы из России приобрел устойчивый, хотя и не большой по масштабу, характер. Россия, несмотря на разницу в зарплатах по сравнению с экономически развитыми странами, не стала крупным экспортером рабочей силы. Можно констатировать, что значительного оттока рабочей силы из России не произошло. Основными причинами можно назвать: языковой барьер, связанный с «железным занавесом», слабая информационная база по трудоустройству за рубежом, почти полное отсутствие опыта посреднических фирм, высокой конкуренции на международном рынке труда.

Экспорт рабочей силы из России в 90-е гг. составлял от 80 до 100 тыс. чел. ежегодно. К началу 2000 г. численность эмигрантов составила 62,3 тыс. чел. [1].

В составе основных групп трудовых мигрантов экипажи морских судов (Кипр, Великобритания, Греция, Япония, Сингапур). Помимо представителей морских профессий в экспорте участвовали инженерно-технические работники (4,1 тыс. чел.) и работники искусства (в основном музыканты, певцы, танцоры, артисты цирка, выступающие без знания языка). Российскими районами выхода рабочей силы являются крупные морские порты (Санкт-Петербург, Новороссийск, Владивосток и др.). Общая доля российских граждан, выехавших за рубеж через посредничество фирм по трудоустройству, составляет 80%.

Выезд российских граждан за рубеж на строящиеся объекты на коммерческой основе в Индию, Пакистан, Португалию, Мальту и Йемен составляет незначительную долю от общего числа. Можно предположить, что в перспективе роль экспорта рабочей силы может быть усилена при увеличении экспорта машин и оборудования из России или при возобновлении практики технической помощи развивающимся странам.

Проведенный А. Каменским [2] анализ образовательного уровня россиян, выезжающих за рубеж в 2001 г., показал наличие высшего образования более чем у трети, среднего специального – почти у половины. Если принять лиц с высшим и средним специальным образованием за квалифицированную рабочую силу, то на ее долю приходится 82% (из 45,8 тыс. чел.). Доля высококвалифицированных кадров, выехавших в Либерию, Нидерланды, Грецию и на Кипр, составила в пределах 90–94%, а наименьшие показатели – в Республику Корея – 63,4%, Японию – 66,7%, Великобританию – 71,4%, Сингапур – 78,6%. Лица с высшим образованием выехали в США – 66,7%, Либерию – 62,5% и Нидерланды – 61,5%.

В рамках разработки мер по сокращению оттока населения с территории Дальнего Востока особенно важной является задача закрепления и привлечения молодежи. Являясь наиболее мобильной социальной группой, молодежь всегда стремится к познанию нового, а реалии современного социального устройства стимулируют ее к проявлению особой настойчивости в достижении своих целей. Отсутствие миграционных ограничений и неравномерность экономического развития территорий способствуют тому, что наиболее перспективная и активная часть молодого населения покидает пределы Приморья и выезжает в западные регионы страны. Значительная часть молодых людей настроена на поиск места самореализации за рубежом, где, по их мнению, есть больше возможностей для карьерного и социального роста.

С целью изучения эмиграционных настроений в студенческой среде вузов г. Владивостока в 2009 г. межвузовской исследовательской группой преподавателей ВГУЭС был проведен социологический опрос. В ходе данного исследования выяснялась мотивация принятия решения о выезде за рубеж для постоянной работы и жительства, а также факторы, влияющие на эмиграционные настроения студентов [4].

Проблема «экспорта» молодых специалистов и «утечки умов» за границу является сейчас особенно актуальной. За рубежом ценятся молодые российские специалисты и, несмотря на попытки организовать благоприятные условия для закрепления молодых специалистов внутри страны, эта проблема еще очень далека от своего решения.

Владивосток является студенческим городом, где сосредоточено большое количество учебных заведений. В вузах города обучаются около 150 000 студентов.

В ходе исследования были опрошены студенты наиболее крупных вузов города, обучающиеся на различных специальностях.

Обобщенные результаты исследования не являются оптимистичными. После окончания вуза хотели бы уехать в другую страну для постоянного проживания и работы около 30% опрошенных студентов. Не рассматривают возможность эмиграции – 44%, а не определились и затруднились ответить – 26% респондентов (рис. 1).

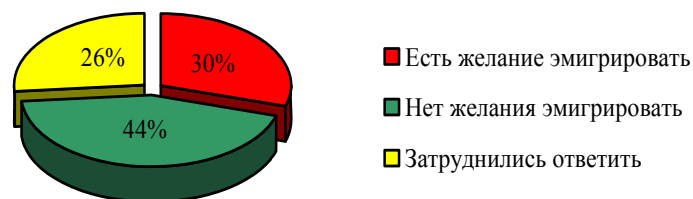


Рис. 1. Эмиграционное настроение среди студентов вузов г. Владивостока

Конечно, следует понимать, что многие молодые люди при ответе на вопрос о желании поехать за границу на постоянное место жительства не будут отражать реальных цифр по эмиграции, но общее настроение не является утешительным.

По результатам исследования можно сделать вывод, что интерес к эмиграции больше проявляют девушки (33,3%), чем юноши (26,3%) (рис. 2).

Можно предположить, что такое распределение является следствием заинтересованности части молодых женщин в выезде за границу с целью создания семьи. Ситуация, возникшая еще с распадом Советского Союза, когда многие россиянки стремились выйти замуж за гражданина другой страны, не особенно задумываясь о последствиях, в настоящее время изменилась. Сегодняшние девушки гораздо более информированы и прагматичны, но такой мотив по-прежнему остается актуальным.

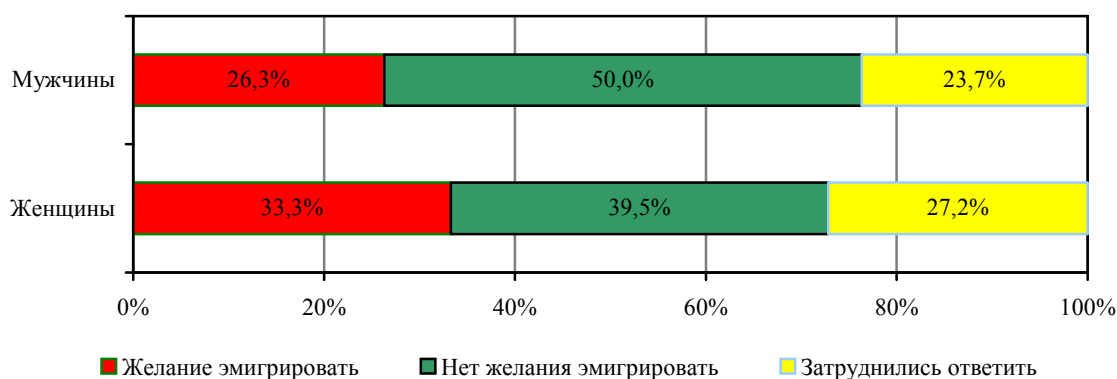


Рис. 2. Зависимость желания эмигрировать от полового признака

Выявлена некоторая зависимость желания эмигрировать от курса, на котором обучался опрошенный студент. Так, заметное повышение доли на начальных курсах и максимальное количество желающих эмигрировать за границу на средних курсах заметно сокращается у студентов-выпускников.

Вероятно, по мере взросления и накопления опыта молодые люди начинают более адекватно воспринимать перспективы успешной адаптации в другой культурной и социальной среде при эмиграции. Кроме того, многие студенты к моменту окончания вуза уже находят себе работу по специальности и вопросы переселения в поисках лучшей жизни становятся для них менее актуальными.

Результаты исследования показали наличие связи между желанием эмигрировать за рубеж и уровнем знания иностранного языка. Так, среди студентов, желающих выехать за рубеж для постоянного проживания и работы, свободно владеют английским языком 31%, а среди студентов, не рассматривающих возможность эмиграции, только 21% свободно владеют английским языком. Хотя подавляющее большинство респондентов в разной степени владеют иностранным языком, в целом студенты владивостокских вузов получают хорошую языковую подготовку. Кроме того, многие студенты изучают второй иностранный язык (рис 3).

Студенческие годы – это время, когда молодые люди не обременены большими заботами, семьей, работой и т. п. Студенты стремятся путешествовать и используют возможности выезда в другие регионы и страны.

В результате исследования выявлено, что по причине оторванности регионов Дальнего Востока от центра только четверть студентов никогда не выезжали в другие страны (24%), при этом

никогда не были в Москве больше половины опрошенных (56%). Многие студенты посещали зарубежные страны по два раза и более.

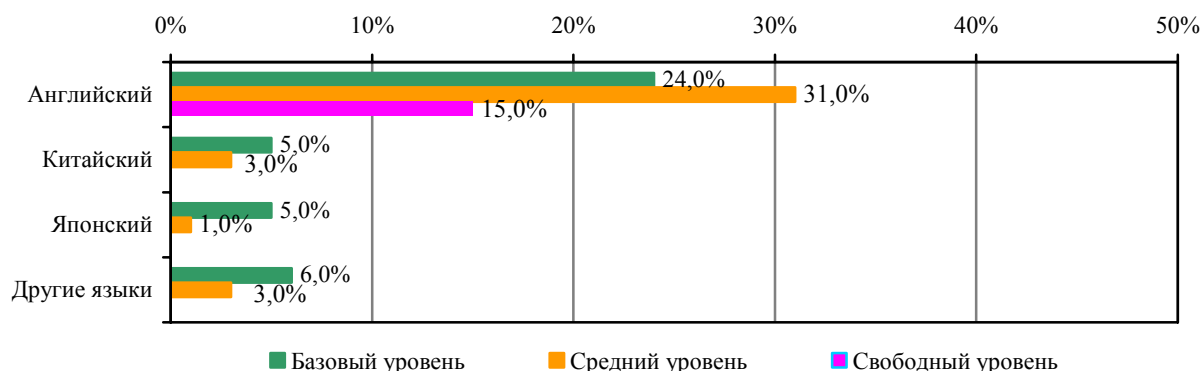


Рис. 3. Знание иностранных языков среди всех опрошенных

Таким образом, отдаленность Приморья от центральной части страны и опыт поездок в страны, расположенные в непосредственной близости от региона, способствует тому, что отношение к возможности эмиграции за рубеж у многих молодых людей становится более естественным и реалистичным. Среди студентов, выезжавших за границу, доля желающих эмигрировать выше, чем среди студентов, не посещавших другие страны.

Среди стран, которые респонденты посещали во время обучения в вузе, наиболее часто упоминались: Китай (52%), США (20%) и Южная Корея (6%). Более подробное распределение по странам представлено на рис. 4.

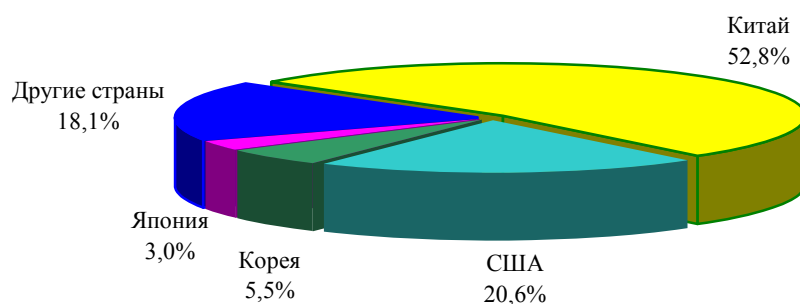


Рис. 4. Распределение поездок по странам

Посещение Китая большинством из студентов, выезжавших за границу, в первую очередь связано с близким географическим расположением, доступностью путевок и низкими ценами. Посещаемость США (20% из числа студентов, выезжавших за рубеж), вероятно, отражает результативность работы различных обучающих программ, а также программ, совмещающих временную работу и туризм (Week and Travel), пользующихся большой популярностью у студентов владивостокских вузов.

Среди целей поездок в другие страны доминирует туризм (52%), однако значительная доля студентов выезжали за рубеж для работы (20%) и учебы (14%) (рис. 5).

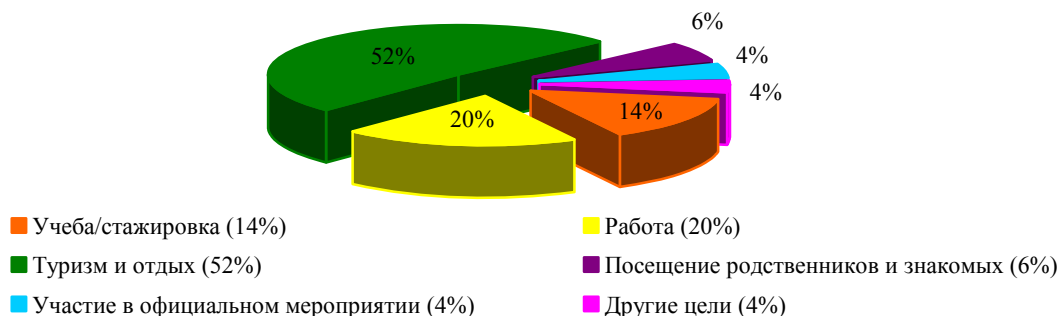


Рис. 5. Цели поездок

Финансирование учебы за рубежом чаще всего берут на себя родители (69%). Самостоятельно финансируют свои поездки за границу около 14% студентов. В основном это молодые люди, выезжающие с целью временной, сезонной работы. Иногда финансирование поездок осуществляет принимающая сторона (7%) в рамках официальных мероприятий или посещения родственников (рис. 6).

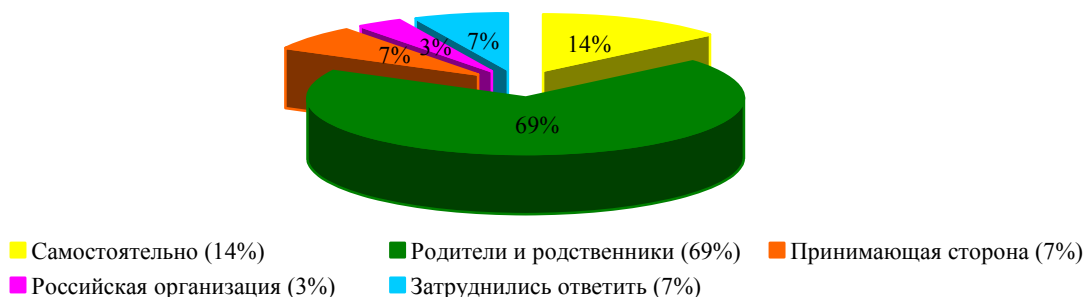


Рис. 6. Источники финансирования

Большая часть студентов, работавших за границей, была задействована в сфере услуг (53%) и торговли (21%) (рис. 7).

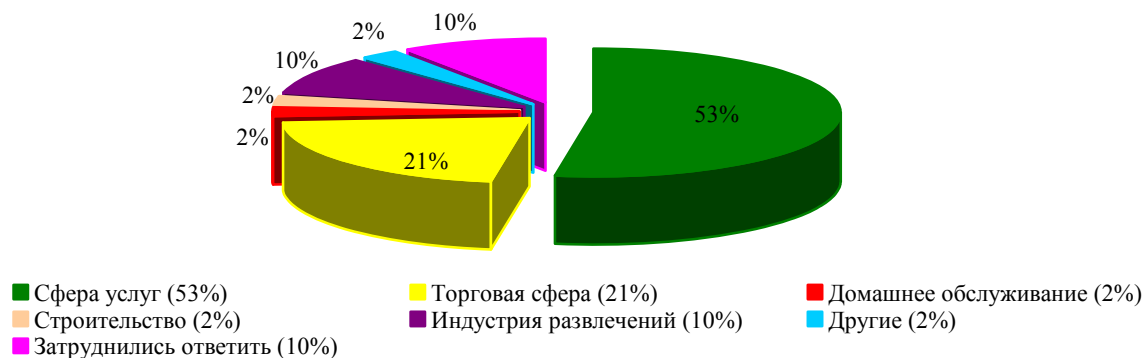


Рис. 7. Сферы занятости работавших за рубежом студентов (n = 36)

Несмотря на значительную долю студентов, выезжавших за рубеж с целью временной работы (20%), среди мотивов поездок желание заработать указали лишь 9% из студентов, посещавших другие страны. Большая часть респондентов этой группы стимулированы желанием путешествовать (32%) и изучением иностранного языка (29%).

Желание временно поработать в той или иной стране высказали многие из опрошенных (47%), видя в этом шанс посмотреть другие страны, найти друзей, получить хорошую языковую практику, возможность установить деловые отношения, а также возможность заработать (рис. 8).

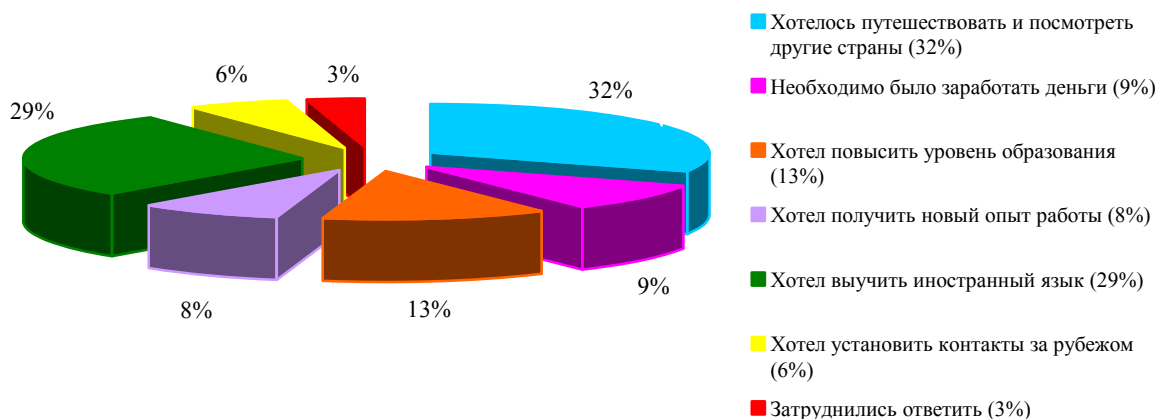


Рис. 8. Мотивация студентов, выезжавших за рубеж с целью учебы/стажировки или работы

Список стран, куда респонденты предпочли бы поехать на временную работу, возглавляют: США (84%), Австралия (38%), Германия (24%) и Канада (22%) (рис 9).

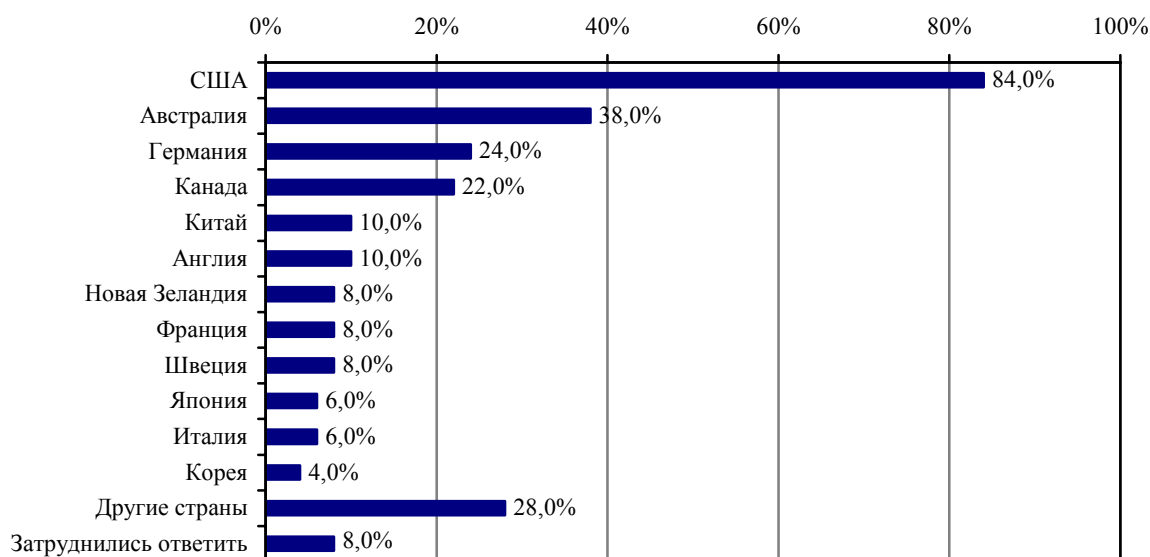


Рис. 9. Страны, предпочитаемые студентами для временной работы

Список стран, в которые респонденты хотели бы выехать для постоянного проживания, несколько отличается от предыдущего, хотя наиболее привлекательными по-прежнему являются англоязычные страны с относительно недавним историческим опытом эмиграционного заселения: США (24%), Австралия (19%), Канада (11%) и Новая Зеландия (8%). Отдельные страны с давней и особой традиционной культурой, также являются привлекательным местом для постоянного проживания (рис. 10).

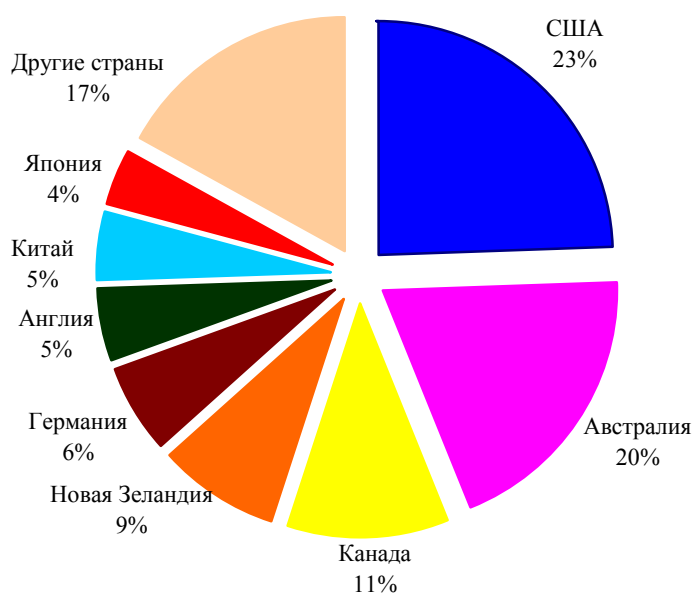


Рис. 10. Страны, предпочитаемые студентами для постоянного проживания и работы

Представление об уровне заработной платы у студентов, желающих работать за рубежом, довольно размытое, и, по мнению большинства студентов этой группы (58%), диапазон предполагаемой оплаты за их труд лежит в пределах от 1000 до 5000 евро в месяц (в пересчете на евро с разных валют, которые назывались респондентами) (рис. 11).

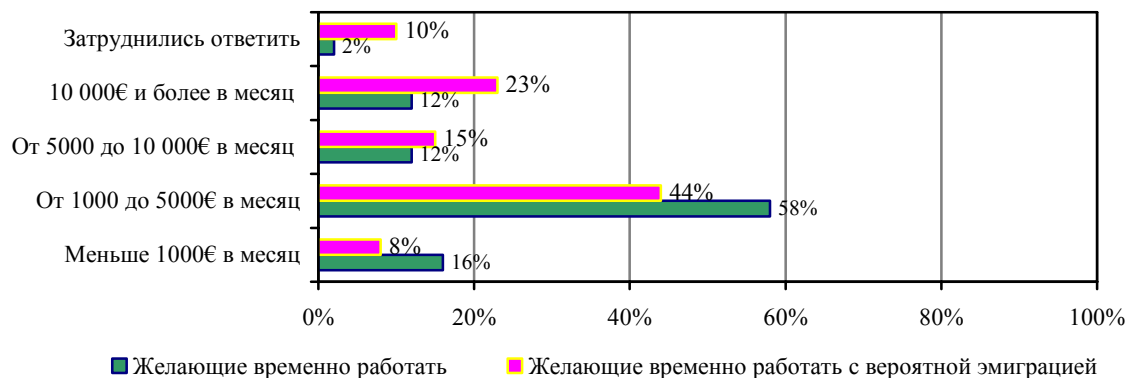


Рис. 11. Уровень ожидаемой заработной платы за рубежом

Основными мотивами для временной работы за рубежом являются: возможность улучшить знание иностранного языка (23,6%), повышение перспектив карьерного роста, связанных с получением опыта работы за границей (21,6%), а также высокий уровень оплаты труда (19,3%) (рис. 12).

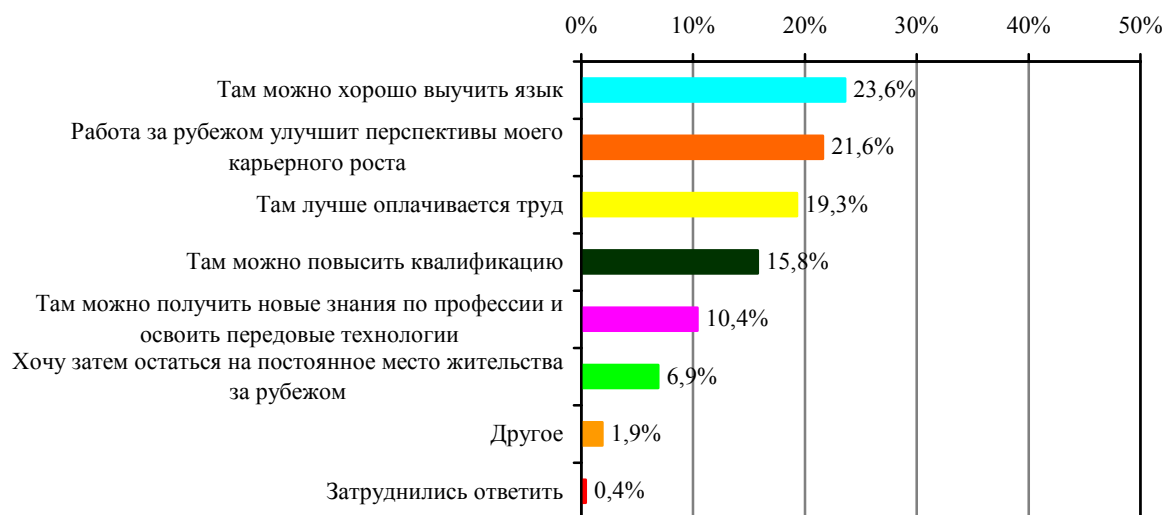


Рис. 12. Мотивация работы за рубежом

Основным источником информации при поиске работы за рубежом для большинства студентов является Интернет (29,6%). Кроме того, в поисках работы им часто помогают знакомые и родственники (25,8%), а многие студенты (23,3%) используют личные контакты, установленные за рубежом во время предыдущих поездок (рис. 13).



Рис. 13. Источники информации для поиска работы

На решение о поиске работы за рубежом с возможной последующей эмиграцией влияют многие факторы. В первую очередь это отсутствие хорошо оплачиваемой работы у себя на родине (26%), наличие контракта для работы по специальности в иностранной компании (23%) или контракта для работы по другим специальностям (18%). Значительная часть студентов, настроенных на поиск работы за рубежом, планируют сделать это независимо от наличия контрактов и в любом случае попытаются уехать на работу за границу (23%) (рис. 14).



Рис. 14. Факторы, влияющие на решение о поиске работы за границей

Интересно отметить, что для студентов, принявших участие в исследовании, наличие интересной работы и работы по специальности гораздо менее важно, чем уровень заработной платы. Таким образом, можно сделать вывод, что уровень оплаты труда является доминирующим фактором, влияющим на решение о поиске работы за рубежом, и многие молодые специалисты готовы работать по любой специальности при условии высокой заработной платы. На рис. 15 отражено распределение наиболее важных причин желания эмигрировать за границу, которые наиболее часто упоминались респондентами.



Рис. 15. Наиболее значимые причины, вызывающие желание жить за рубежом

Можно отметить, что в сумме указанных мотивов стабильность, уверенность в завтрашнем дне и общее благополучие жизни в привлекательных для респондентов странах значительно превышает мотив высокой заработной платы. Возможность карьерного роста мотивирует лишь 8,1% из числа желающих эмигрировать в другую страну для постоянного проживания.

Основными недостатками проживания студенты, желающие эмигрировать, считают низкую заработную плату (28,7%), социальную и политическую нестабильность (25,9%), также отсутствие безопасности (17,6%) и неуверенность за будущее своих детей (9,3%) (рис. 16).

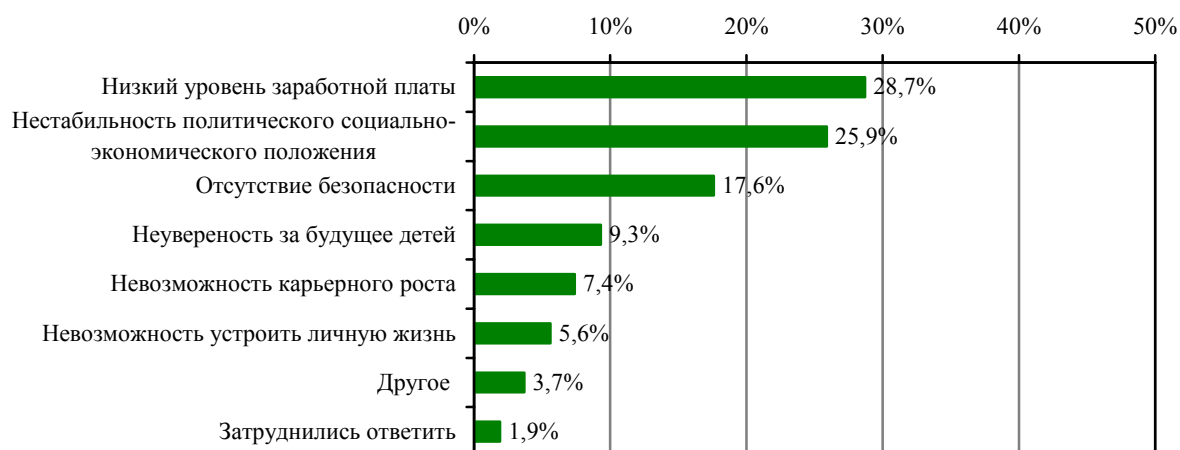


Рис. 16. Факторы, определяющие желание эмигрировать из страны

Однако результаты исследования показывают, что значительная часть студентов, желающих искать работу за рубежом с возможной последующей эмиграцией на постоянное место жительства, готовы пересмотреть свои планы и остаться для работы в регионе. Наиболее важным для этого является наличие хорошо оплачиваемой работы с перспективами карьерного роста и приносящей удовлетворение (рис. 17).

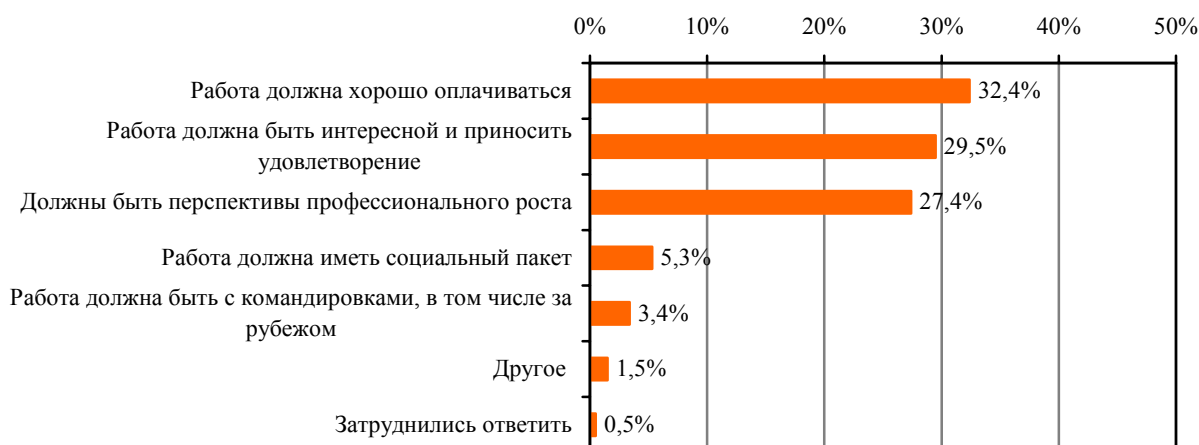


Рис. 17. Факторы, понижающие вероятность эмиграции

Уровень заработной платы, который способен удовлетворить молодых специалистов на первом этапе их карьерного роста, после окончания вуза лежит в пределах от 1000 до 3000 евро в месяц (в пересчете на евро с разных валют, которые назывались респондентами). Это заметно ниже ожиданий от уровня заработной платы за границей, однако значительно превышает текущий уровень средней заработной платы в регионе и в целом по России (рис. 18).

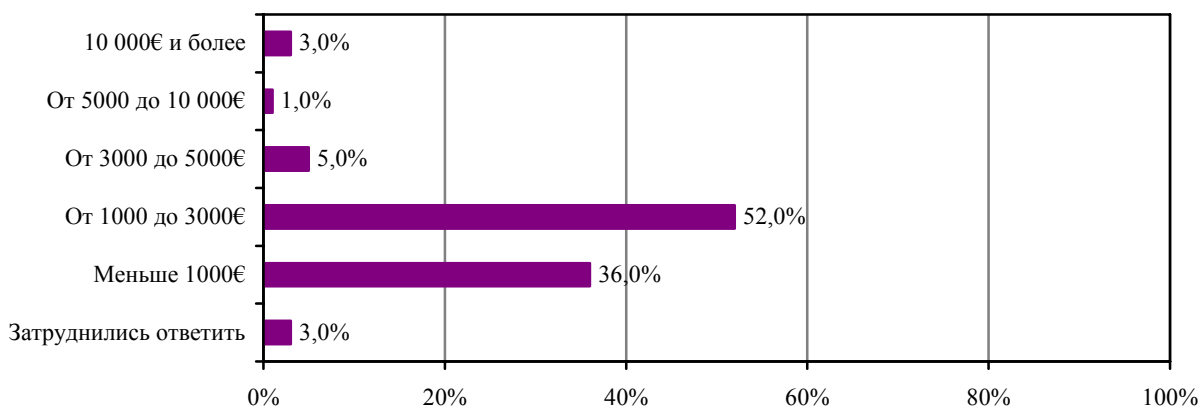


Рис. 18. Желаемый уровень заработной платы молодого специалиста



Средний желаемый уровень заработной платы молодого специалиста на отечественном предприятии составил 1584 евро (по всей выборке). По мнению студентов, планирующих искать работу за границей, средний уровень заработной платы должен составлять 2157 евро. Это заметно выше среднего желаемого уровня по всей выборке участников исследования, но ниже уровня ожидаемой заработной платы за границей.

По мнению опрошенных, для сокращения эмиграции молодых специалистов необходимо обеспечить достойный уровень заработной платы на отечественных предприятиях (21%), гарантировать работу молодым специалистам после окончания вуза (18%), а также обеспечить их социальными гарантиями и жильем (18%) (рис. 19).

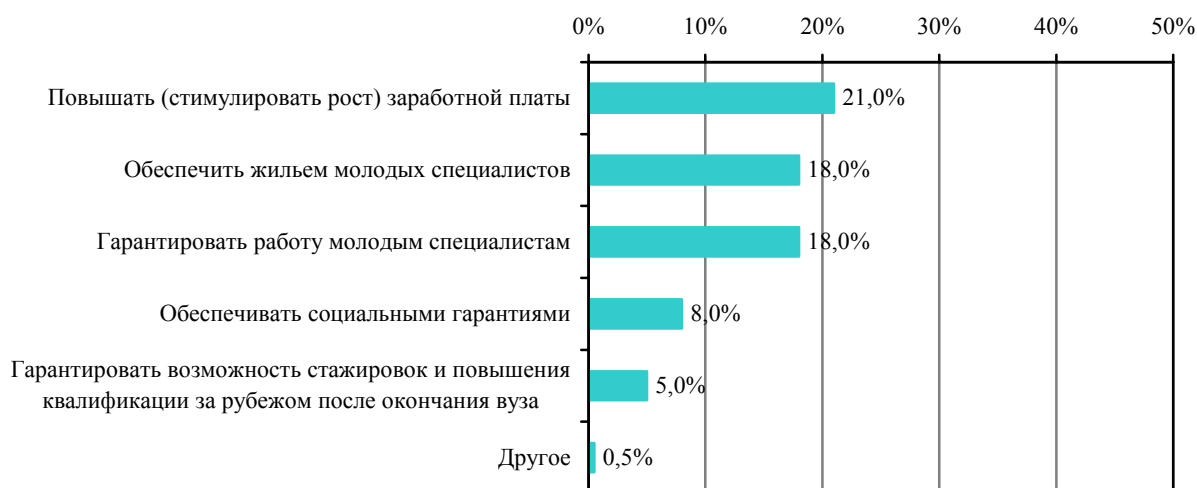


Рис. 19. Меры, способствующие снижению эмиграционных настроений

Результаты проведенного исследования позволяют сделать вывод о наличии высокого уровня эмиграционных настроений среди студентов вузов Владивостока. Учитывая географическую близость стран АТР и повышение доступности зарубежных поездок для многих молодых людей, наличие таких настроений несет реальную угрозу повышения оттока молодых специалистов из региона. Эта проблема требует особого внимания и разработки специальных мер по повышению привлекательности жизни в Приморье для молодых людей.

Закрепление на территории края молодых специалистов, имеющих высокий уровень профессиональной и языковой подготовки, активную жизненную позицию и желание улучшить свою жизнь, является важной задачей. Эмиграция за рубеж и миграция в центральные регионы России наиболее перспективной части молодого населения Приморья способна нанести ощутимый урон экономике региона, и эта проблема требует серьезного изучения и внимания со стороны государственных органов и общества в целом.

### Литература

1. Малаха И. К вопросу об «утечке умов» из России во второй половине 1990-х гг. // Мир в зеркале международной миграции: Сб. статей. – М.: МАКС Пресс, 2002. – С. 149.
2. Каменский А. Современное участие России в международной трудовой миграции // Мир в зеркале международной миграции: Сб. статей. – М.: МАКС Пресс, 2002. – С. 101.
3. Безруков И.С. Актуальные проблемы использования иностранной рабочей силы в экономике Дальнего Востока // Развитие населенческого потенциала Востока России. – Хабаровск: ДВО РАН, 2006. – С. 5–11.
4. Безруков И.С. Влияние иностранной рабочей силы на социальную эффективность развития Дальнего Востока // Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. Институт менеджмента, бизнеса и экономики. Кафедра маркетинга и коммерции. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2007. – С. 9–31.
5. Безруков И.С., Юрова Т.В. Влияние рынка образовательных услуг КНР на рынок труда Приморья в перспективе до 2012 г. // Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. Институт менеджмента, бизнеса и экономики. Кафедра маркетинга и коммерции. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2009. – С. 4–18.

УДК 330.322

## СОЦИАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В СИСТЕМЕ ФАКТОРОВ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ СТРУКТУРЫ

**И.В. Иванова**

*Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: mir.19@list.ru*

Чтобы обеспечить конкурентоспособность на современном рынке, предпринимательская структура вынуждена использовать стратегии, обеспечивающие ей конкурентные преимущества. В условиях рыночной экономики обеспечение конкурентных преимуществ составляет основу развития предприятия и позволяет достичь и удержать прочное положение предприятия на рынке.

**Ключевые слова:** инвестиции, конкурентоспособность предпринимательской структуры, конкурентное преимущество, предприятие, предпринимательская деятельность, рынок, управленческий персонал.

**Socially oriented activity in the system of factors of business organization competitive ability.**  
I.V. Ivanova (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia, 683003)

In order to provide competitiveness in the modern market, the enterprise structure is forced to use the strategies that provide it with competitive advantages. In the conditions of market economy provision of competitive advantages constitutes the basis of enterprise development and allows to reach and to keep strong position of the enterprise in the market.

**Key words:** investments, competitive ability of business organization, competitive advantage, enterprise, business activity, market, management staff.

Показатель уровня конкурентоспособности, выступающий в качестве объекта исследования, является результативным показателем, так как его можно рассматривать как результат действия одной или нескольких причин. Показатели, определяющие поведение результативного признака и определяющие конкурентные преимущества предприятия, называются факторами.

Для того чтобы оценить уровень конкурентоспособности предпринимательской структуры, необходимо оценить каждый фактор, обеспечивающий ее конкурентные преимущества.

Факторы в свою очередь делятся на внешние и внутренние. Повлиять на внешние факторы предприятие не в состоянии, но внутренние факторы почти целиком являются контролируемыми руководством предприятия, а точнее сказать, менеджмент предприятия имеет все необходимые условия для контроля этих факторов.

Достижение внутренних конкурентных преимуществ предприятия осуществляется персоналом, при этом особая роль отводится руководителю.

Возможности формирования конкурентных преимуществ зависят от ряда факторов. Факторы, подразделяемые на внешние и внутренние, влияют на наличие, вид и количество конкурентных преимуществ конкретной предпринимательской структуры. Значения каждого преимущества можно рассчитать количественно и проанализировать в динамике. Далее перечислены факторы конкурентных преимуществ предпринимательской структуры.

### **Внешние:**

- уровень конкурентоспособности страны;
- уровень конкурентоспособности отрасли;
- уровень конкурентоспособности региона;
- государственная поддержка малого и среднего бизнеса в стране и регионах;
- правовое регулирование функционирования экономики страны, региона и т. д. ;
- национальная система стандартизации и сертификации;
- государственная поддержка развития человека;
- государственная поддержка науки и инновационной деятельности;
- качество информационного обеспечения управления на всех уровнях иерархии;
- уровень интеграции внутри страны и в рамках мирового сообщества;

- налоговые ставки в стране и регионах;
- процентные ставки в стране и регионах;
- наличие доступных и дешевых природных ресурсов;
- система подготовки и переподготовки управленческих кадров в стране;
- климатические условия и географическое положение страны или региона;
- уровень конкуренции во всех областях деятельности в стране.

**Внутренние:***Структурные:*

- производственная структура предприятия;
- миссия предприятия;
- организационная структура предприятия;
- специализация и концентрация производства;
- уровень унификации и стандартизации выпускаемой продукции;
- учет и регулирование производственных процессов;
- персонал;
- информационная и нормативно-методическая база управления;
- сила конкуренции на входе и выходе предприятия.

*Ресурсные:*

- поставщики;
- доступ к качественному дешевому сырью и другим ресурсам;
- учет и анализ использования всех видов ресурсов по всем стадиям жизненного цикла крупных объектов предприятия;
- функционально-стоимостной анализ выпускаемой продукции;
- оптимизация эффективности использования ресурсов.

*Технические:*

- патентованный товар;
- патентованная технология;
- оборудование;
- качество изготовления товара.

*Управленческие:*

- менеджеры;
- анализ выполнения законов предприятия;
- организация поставки сырья, материалов, комплектующих изделий по принципу «точно в срок»;
- функционирование системы конкурентоспособности предприятия;
- проведение внутренней и внешней сертификации продукции и систем.

*Рыночные:*

- доступ к рынку ресурсов, необходимых предприятию;
- доступ к рынку новых технологий;
- лидирующее положение на рынке товаров;
- эксклюзивность товара предприятия;
- эксклюзивность рекламы товаров предприятия;
- эффективная система стимулирования сбыта и послепродажного обслуживания;
- прогнозирование политики ценообразования и рыночной инфраструктуры.

*Эффективность функционирования предприятия:*

- показатели доходности;
- интенсивность использования капитала;
- финансовая устойчивость функционирования предприятия;
- доля экспорта наукоемких товаров.

*Социально-ориентированная деятельность:*

- производство социально-значимых товаров и услуг;
- социальное финансирование;
- благотворительность и спонсорство;
- денежные гранты;
- социальные инвестиции;
- социально-значимый маркетинг;

- делегирование сотрудников предприятия;
- корпоративное спонсорство;
- корпоративные фонды;
- спонсорство.

При рассмотрении факторов, обеспечивающих конкурентные преимущества предприятия, немаловажным является анализ отношений предприятия с трудовым коллективом, местным сообществом и властями.

Ассоциация менеджеров России определила виды деятельности, которые наиболее часто упоминаются российскими предпринимателями в качестве направлений деятельности по социальной ответственности (рис. 1).

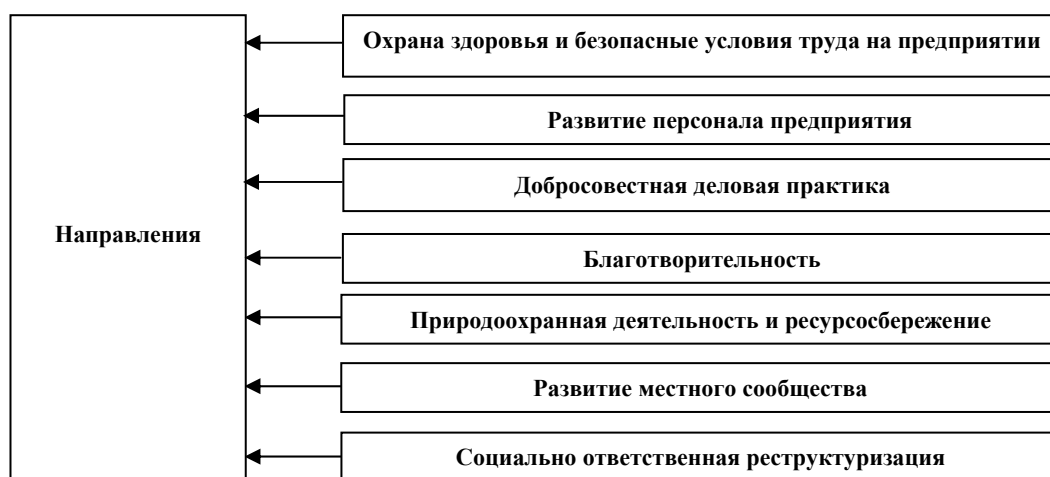


Рис. 1. Направления социально-ориентированной деятельности предпринимательской структуры

Виды социально-ориентированной деятельности показаны на рис. 2.



Рис. 2. Виды социально-ориентированной деятельности

Первое обстоятельство, которое нужно отметить, это то, что свойства товаров, особенности конкурентов и маркетинг предприятия как составляющие конкурентных преимуществ предприятия определяются и реализуются на практике в повседневной предпринимательской деятельности, а социально-ориентированная деятельность как конкурентное преимущество может проявляться только по решению администрации предприятий [1].

Поэтому, находясь в потенции, это конкурентное преимущество может себя так и не реализовать. Второе обстоятельство заключается в том, что любому предприятию, работающему на конкурентном рынке, приходится непрерывно приспосабливаться не только к изменениям спроса, но и к изменениям экономической конъюнктуры рынка, правилам работы на рынке, устанавливаемым государством.

Для приобретения конкурентных преимуществ предприятию как социально-экономической системе необходимо владеть конкурентоспособным персоналом, технологиями, оборудованием

и т. д. Социально-ориентированная деятельность выступает таким конкурентным преимуществом и позволяет опосредованно сгладить негативные последствия рыночных изменений, особенно во взаимоотношениях предприятия с властями и местным сообществом.

Факторы конкурентного преимущества предпринимательской структуры на основе развития социально-ориентированной деятельности, показанные выше, являются внутренними и почти целиком определяются руководством предприятия.

Для исследования влияния на результаты деятельности предприятия предлагаем систему индикаторов, применяемых для оценки конкурентоспособности предпринимательской структуры.

В зависимости от критериев оценки по направлениям социально-ориентированной деятельности предприятия объединены в группы. Для каждой группы предлагаем систему показателей, приведенных в таблице, определяющую процесс задачи и направление развития социально-ориентированной деятельности.

**Система показателей оценки конкурентоспособности предпринимательской структуры на основе развития социально-ориентированной деятельности**

| <b>Виды социально-ориентированной деятельности</b> | <b>Показатели конкурентоспособности предпринимательской структуры</b>                                                                                       |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Производство социально-значимых товаров и услуг    | Доля объема чистой прибыли предприятия от социально-ориентированной деятельности<br>Доля выручки от реализации продукции социально-значимых товаров и услуг |
| Социальное финансирование                          | Объем средств на проведение социальных мероприятий в год<br>Объем средств на проведение социальных мероприятий по отношению к чистой прибыли                |
| Благотворительность                                | Объем средств на проведение социальных мероприятий в год                                                                                                    |
| Денежные гранты                                    | Объем средств на проведение социальных мероприятий в год                                                                                                    |
| Социальные инвестиции                              | Объем средств на проведение социальных мероприятий в год                                                                                                    |
| Социально-значимый маркетинг                       | Количество новых открытых рабочих мест<br>Количество сотрудников, участвующих в социально-ориентированной деятельности                                      |
| Делегирование сотрудников предприятия              | Количество сотрудников, участвующих в социально-ориентированной деятельности                                                                                |
| Корпоративное спонсорство                          | Объем средств на проведение социальных мероприятий в год                                                                                                    |
| Корпоративные фонды                                | Объем средств на проведение социальных мероприятий в год                                                                                                    |
| Спонсорство                                        | Объем средств на проведение социальных мероприятий в год                                                                                                    |

Факторы, влияющие на конкурентоспособность предпринимательской структуры на основе развития социально-ориентированной деятельности, позволяют выявить проблемы, возникающие на территории присутствия предприятия. Предприятия должны расценивать эти проблемы не как сдерживающий фактор, а как существенную составляющую повышения конкурентоспособности. Эти проблемы являются как социальными, выявляющими острые потребности людей, населяющих эти территории, так и экономическими.

Без социально-ориентированной деятельности предпринимательских структур, работающих на этих территориях, социальные инвестиции представляются совершенно неэффективными в плане достижения стабильного благополучия. Формирование стабильной экономической базы, а с ней и новых рабочих мест, материального благополучия и более совершенной местной инфраструктуры оказывается зачастую острой потребностью для предприятий и местного сообщества.

Социальные программы всегда играли чрезвычайно большую роль в удовлетворении человеческих потребностей, но они должны поддерживать процесс формирования экономически жизнеспособных предприятий, а не подрывать его.

Социально-ориентированная деятельность предпринимательских структур позволяет развиваться и расти предприятиям, работающим в малом и среднем бизнесе, за счет частных инициатив, связанных с возможностью получения прибыли, а также основанных на личном экономическом интересе и наличии конкурентного преимущества, а вовсе не с помощью искусственных стимулов, благотворительности и государственных призывов и решений.

Конкурентное преимущество в виде социально-ориентированной деятельности может не только помочь выявить потребности местного сообщества в товарах и услугах, расширить свой ассортимент за счет социально-значимой продукции, обеспечить свое производство трудовыми резервами из числа жителей территории присутствия, повысить свой имидж перед мест-

ным сообществом и властями, но и позволит предприятиям успешно конкурировать в региональном и национальном масштабе. Предприятия, имеющие такое конкурентное преимущество, смогут обслуживать не только локальное сообщество, но экспортировать товары и услуги в окружающую экономику. Основной проблемой становится выявление видов социально-ориентированной деятельности и использование их в виде конкурентных преимуществ.

### Литература

1. *Фатхутдинов Р.А.* Конкурентоспособность: экономика, стратегия, управление. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 312 с.
2. *Философова Т.Г., Быков В.А.* Конкуренция. Инновации. Конкурентоспособность / Под. ред. Т.Г. Философовой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНПТИ-ДАНА, 2009. – 295 с.

УДК 332+330.4(571.66)

## АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ ЦЕН НА РЫНКЕ ЖИЛЬЯ ПО КАМЧАТСКОМУ КРАЮ НА БАЗЕ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

А.Г. Коротаевский<sup>1</sup>, О.В. Мандрикова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Дальневосточная академия управления, бизнеса и права, г. Петропавловск-Камчатский, 683003;

<sup>2</sup>Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: oksanam1@mail.kamchatka.ru

В работе выполнен анализ и прогноз цен на рынке жилья по Камчатскому краю на основе эконометрических моделей (ЭКМ). Анализ данных позволил выявить соотношение спроса и предложения на рынке жилья и построить прогноз цен. Рассмотренная схема исследования позволит в дальнейшем специалистам по недвижимости проводить более точную политику регулирования и контролирования цен на жилье как на первичном, так и на вторичном рынке жилья.

**Ключевые слова:** эконометрика, моделирование, экспериментальные данные.

**Analysis and prognosis of Kamchatka real estate market prices on the basis of econometric models.**  
A.G. Korotaevskiy<sup>1</sup>, O.V. Mandrikova<sup>2</sup> (<sup>1</sup>Far East Academy of Management, Business and Law, Petropavlovsk-Kamchatskiy, 683003; <sup>2</sup>Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia, 683003)

Analysis and prognosis of Kamchatka real estate market prices on the basis of econometric models were carried out in the article. Data analysis allows to reveal the correlation of supply and demand on the real estate market and to build up price prognosis. Given scheme will allow real estate analytics to carry out more precise strategy of regulation and control of real estate prices on primary and secondary housing markets.

**Key words:** econometrics, modeling, experimental data.

Развитие рыночных отношений в сфере недвижимости за последние 10–12 лет дало положительный результат в прогрессе развития рынка жилья. Это стало возможным в результате введения цивилизованных правил, условий и создания рыночной среды, которая включает в себя:

- развития инфраструктуры рынка жилья;
- обеспечения гарантий реальных прав собственников;
- формирования кредитно-инвестиционной политики в строительстве и реконструкции ветхого жилья; – поддержка местных властей деятельности финансово-строительных организаций;
- внедрение новых схем субсидий, жилищных сертификатов и т. п., облегчающих покупку жилья.

Кризис финансового рынка на данном этапе показывает нестабильность функционирования рыночного механизма. Несмотря на это, устойчивость рынка жилья определяется соотношением

спроса и предложения и ценовой политики. В связи с этим большую актуальность приобретают вопросы, связанные с анализом и прогнозом развития рынка жилья. Но, как показывают исследования, например цены на жилье, существует погрешность при их рассмотрении и использовании. Это связано с тем, что аналитику доступны только цены на жилье, которые выставляются на продажу, а не цены реальных продаж (которые не разглашаются) и наличием двойной бухгалтерии, связанной с несовершенной налоговой системой. Поэтому в настоящее время модели прогноза цен на жилье мало изучены и имеют невысокую достоверность.

Авторами статьи проведен анализ цен на рынке жилья Дальневосточного федерального округа (9 субъектов Российской Федерации) и проведено исследование в построении эконометрической модели (ЭКМ) по оценке стоимости на первичном рынке жилья и ее достоверности.

В качестве основного показателя были взяты средние цены на рынке жилья за 1 кв. м общей площади (первичный рынок – все квартиры), руб. В качестве факторов:

$X_1$  – среднемесячная номинальная заработная плата в руб.;

$X_2$  – ввод в действие жилых домов, тысяча квадратных метров общей площади за год;

$X_3$  – общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя (на конец года), метр квадратный, значение показателя за год.

Основные показатели на рынке жилья Дальневосточного федерального округа за 2004–2008 гг. приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные показатели на рынке жилья Дальневосточного федерального округа за 2004–2008 гг.

| п/п | $Y$    | $X_1$    | $X_2$ | $X_3$ |
|-----|--------|----------|-------|-------|
| 1   | 2      | 3        | 4     | 5     |
| 1   | 19 228 | 11 315,3 | 239,8 | 19,5  |
| 2*  | 15 965 | 12 297,7 | 16,6  | 21,5  |
| 3   | 12 815 | 7033,4   | 215,2 | 19,1  |
| 4   | 16 782 | 8948,4   | 180,8 | 19,7  |
| 5   | 12 709 | 7353,7   | 80,1  | 19,8  |
| 6   | 10 469 | 11 174,6 | 3,8   | 26,1  |
| 7   | 29 968 | 11 711,1 | 58,7  | 21,4  |
| 8   | 7032   | 6513,8   | 10,6  | 20,1  |
| 9   | 41 222 | 18 618,2 | 24,8  | 28,8  |
| 10  | 22 127 | 13 436,9 | 260,5 | 19,5  |
| 11* | 17 319 | 15 477,1 | 13    | 21,6  |
| 12  | 16 817 | 8925,7   | 246,7 | 19,3  |
| 13  | 22 033 | 11 335,6 | 194,5 | 19,9  |
| 14  | 16 803 | 9391,8   | 125,3 | 20,1  |
| 15  | 35 979 | 14 672,6 | 9     | 26,4  |
| 16  | 24152  | 15242,6  | 44,4  | 21,4  |
| 17  | 11 240 | 8190,2   | 16,2  | 20,3  |
| 18  | 52 688 | 23 314,4 | 23,7  | 28,9  |
| 19  | 23 298 | 16 167,5 | 288,4 | 19,6  |
| 20* | 42 160 | 18 540,9 | 31,5  | 21,6  |
| 21  | 19 271 | 10 903,1 | 320   | 19,7  |
| 22  | 27 682 | 12 887,6 | 205,1 | 20,1  |
| 23  | 15 766 | 11 110,8 | 138,6 | 20,4  |
| 24  | 36 893 | 17 747,2 | 13,8  | 26,9  |
| 25  | 25 299 | 18 842,1 | 65,8  | 21,5  |
| 26  | 16 292 | 9529,1   | 21,1  | 20,4  |
| 27  | 79 890 | 25 703   | 6,6   | 28,9  |
| 28  | 28 199 | 19 409,2 | 320,2 | 19,8  |
| 29* | 40 077 | 21 814,7 | 21    | 21,9  |
| 30  | 19 223 | 13 174,1 | 366,7 | 19,9  |
| 31  | 29 154 | 15 883,5 | 265,8 | 20,1  |
| 32  | 22 787 | 13 534,4 | 169   | 20,7  |
| 33  | 37 715 | 22 101,6 | 14,8  | 27,3  |
| 34  | 45 284 | 23 346,3 | 105,6 | 21,7  |
| 35  | 11 559 | 11 968,9 | 30    | 20,5  |
| 36  | 89 326 | 30 859,1 | 6,6   | 29,4  |

Окончание табл. 1

| 1   | 2       | 3         | 4     | 5    |
|-----|---------|-----------|-------|------|
| 37  | 36 043  | 22 100,14 | 290,9 | 19,9 |
| 38* | 48 046  | 25 297,16 | 63,4  | 21,9 |
| 39  | 22 313  | 15 526,96 | 375,4 | 20,1 |
| 40  | 32 335  | 18 257,09 | 303,9 | 20,2 |
| 41  | 25 496  | 15 801,41 | 184,9 | 20,9 |
| 42  | 39 900  | 26 202,37 | 15    | 27,7 |
| 43  | 39 119  | 27 986,25 | 148,9 | 21,6 |
| 44  | 17 528  | 13 749,95 | 39,4  | 20,6 |
| 45  | 124 050 | 33 655,39 | 1,6   | 29,5 |

\* Строки соответствуют данным Камчатского края.

На базе Программного комплекса «ЭКМ-5» была получена эконометрическая модель [1, 2]:

$$\ln y = 7,16334 + 0,00007x_1 + 0,10848\ln(x_2) + 0,06694x_3.$$

Основные параметры данной модели показывают высокую их обусловленность (табл. 2).

Таблица 2

### Параметры трехфакторной ЭКМ

| Показатели                                             | Числовой параметр |
|--------------------------------------------------------|-------------------|
| Среднее квадратичное отклонение уровней, %*            | 2,140             |
| Коэффициент тесноты связи $R$                          | 0,925             |
| Скорректированный индекс множественной детерминации, % | 84,57             |
| Средняя ошибка аппроксимации, %**                      | 1,618             |
| Соотношение $tr/Ti$ (критерий Стьюдента)***            | 20,606            |
| Соотношение $Fp/Ft$ (критерий Фишера)****              | 4,663             |
| Количество факторов $X$                                | 3                 |
| Объем выборки $N$                                      | 45                |

\* Влияние гетероскедастичности  $\geq 4\%$ .

\*\* Погрешность модели  $\leq 4\%$ .

\*\*\* Достоверность коэффициента тесноты связи  $\geq 1$ .

\*\*\*\* Достоверность модели  $\geq 1$ .

Диаграмма корреляционного поля [1] разброса фактических значений результативного показателя и расчетных значений исследуемого экономического процесса, представлена на рис. 1.

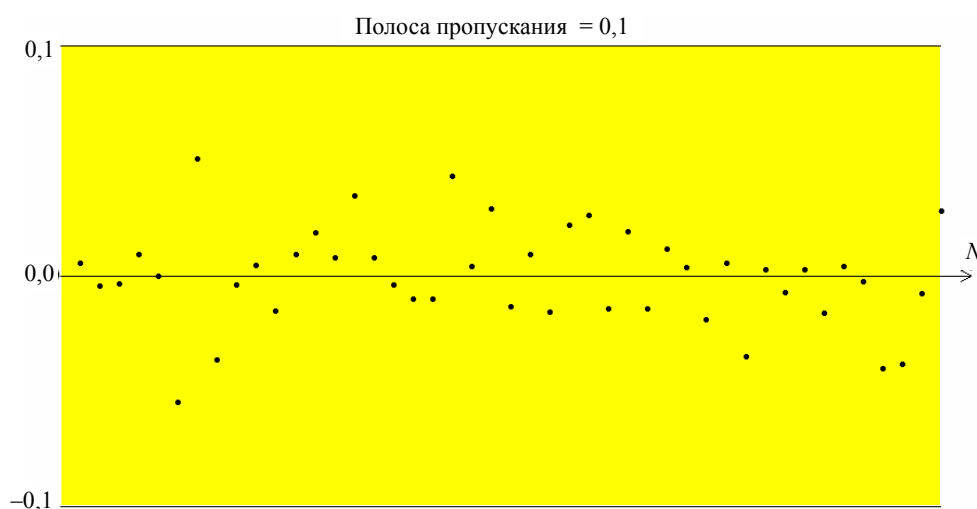


Рис. 1. Диаграмма рассеивания в корреляционном поле

Анализ коэффициентов эластичности и бета-коэффициентов [1] (табл. 3) показал степень влияния факторов на показатель. Наибольшее влияние на среднюю цену на рынке жилья за 1 кв. м



общей жилой площади (первичный рынок – все квартиры) оказывает влияние среднемесячная номинальная заработная плата ( $X_1$ ) и как следствие этого показатель насыщенности – общая площадь жилья на одного жителя ( $X_3$ ) региона. Анализ коэффициентов модели позволяет сделать заключение о прямой зависимости роста цен от вышеприведенных показателей ( $X_1$  и  $X_3$ ).

Таблица 3

Сравнительный анализ оценки влияния факторов на показатель (относительная зависимость)

| Коэффициенты регрессии | βj-коэффициент |         | Коэффициент Эj |         | Σ | Значимость |
|------------------------|----------------|---------|----------------|---------|---|------------|
|                        | значение       | № ранга | значение       | № ранга |   |            |
| $a_1 = 0,00007$        | 0,74818        | 1       | 0,10492        | 2       | 3 | 1–2        |
| $a_2 = 0,10848$        | 0,27082        | 3       | 0,04355        | 3       | 6 | 3          |
| $a_3 = 0,06694$        | 0,37988        | 2       | 0,14596        | 1       | 3 | 1–2        |

Соотношение прироста на 1000 руб. средней номинальной заработной платы и обеспеченности жилой площадью на одного жителя региона от стоимости 1 кв. м на рынке жилья по 2008 г. отражен в табл. 4.

Таблица 4

Абсолютный прирост показателя Y (руб.) от факторов  $X_1$  и  $X_3$ 

| №* | Субъекты Федерации           | Прирост на 1 тыс. руб. |        | Прирост на 1 кв. м |
|----|------------------------------|------------------------|--------|--------------------|
|    |                              | $X_1$                  | $X_3$  |                    |
| 1  | Республика Саха (Якутия)     | 2523,01                | 2412,7 |                    |
| 2  | Камчатский край              | 3363,22                | 3216,2 |                    |
| 3  | Приморский край              | 1561,91                | 1493,6 |                    |
| 4  | Хабаровский край             | 2263,45                | 2164,5 |                    |
| 5  | Амурская область             | 1784,72                | 1706,7 |                    |
| 6  | Магаданская область          | 2793,00                | 2670,9 |                    |
| 7  | Сахалинская область          | 2738,33                | 2618,6 |                    |
| 8  | Еврейская автономная область | 1226,96                | 1173,3 |                    |
| 9  | Чукотский автономный округ   | 8683,50                | 8303,9 |                    |

\* Номера субъектов используются на рис. 2

Очевидно, что спрос на рынке жилья стимулирует повышение роста цен на него, что подтверждается расчетами вышеприведенной таблицы. Рост заработной платы на 1000 руб. сопоставим с ростом обеспеченности жилья на одного жителя региона. Таким образом, можно прогнозировать рост цен на рынке жилья исходя из роста в первую очередь заработной платы. Анализ уровня цен региона за 1 кв. м жилой площади за период 2004–2008 гг. позволил выявить соотношение спроса и предложения на рынке жилья (рис. 2).

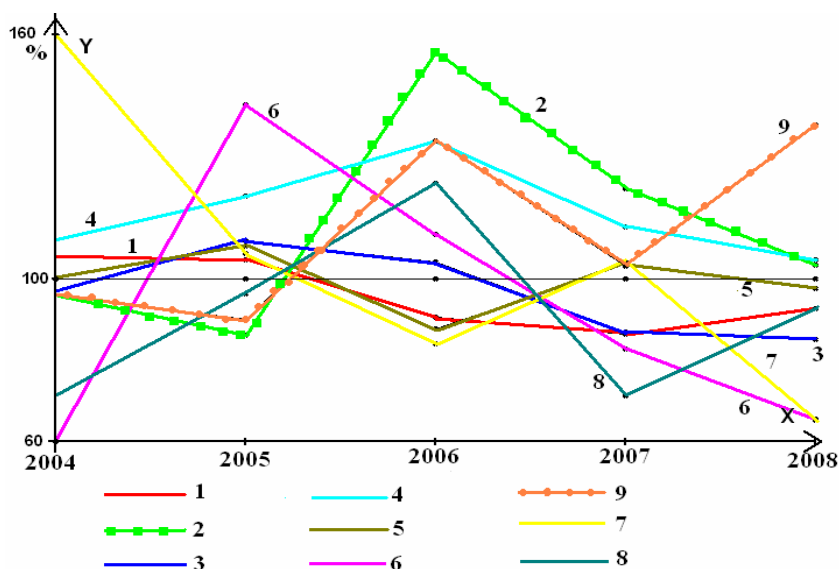


Рис. 2. Анализ спроса и предложения по Дальневосточному федеральному округу

Анализ показателей по Камчатскому краю демонстрирует, что пик дисбаланса цен был в период финансового кризиса, а в 2008 г. произошло сбалансирование спроса и предложения. Анализ по уровню 100% показывает, что цены на рынке жилья превышают в среднем всего на 3–4% норму в Камчатском, Хабаровском краях, ниже на 3% в Амурской области. Наибольший дисбаланс между спросом и предложением наблюдается в Чукотском автономном округе (+37,8%) и снижение на 34–36% в Магаданской и Сахалинской областях.

Для определения прогнозного значения цены на рынке жилья в Камчатском крае на 2009 г. были выполнены расчеты в динамике по трем вышеприведенным факторам [3]. Для этого были построены три ЭКМ (табл. 5). Соответствующие графики данных ЭКМ представлены на рис. 3–5.

Таблица 5

Параметры однофакторных ЭКМ, построенных для прогнозирования

| Показатели                                 | ЭКМ                                  |                          |                                 |
|--------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
|                                            | $X_1$                                | $X_2$                    | $X_3$                           |
|                                            | $3241,23 + 1219,21x_1 + 136,83x_1^2$ | $5,66 \cdot 1,286^{x_2}$ | $20,06 + 0,358x_3 - 0,017x_3^2$ |
| Среднее квадратичное отклонение уровней, % | 2,797                                | 4,048                    | 0,258                           |
| Коэффициент тесноты связи $R$              | 0,999                                | 0,977                    | 0,994                           |
| Средняя ошибка аппроксимации, %            | 1,701                                | 4,524                    | 0,173                           |
| Соотношение $tr/Tt$ (критерий Стьюдента)   | 744,895                              | 19,029                   | 77,910                          |
| Соотношение $Fp/Ft$ (критерий Фишера)      | 134,738                              | 3,767                    | 14,174                          |
| Объем выборки $N$                          | 9                                    | 7                        | 9                               |
| Прогноз параметра                          | 29 116,12857                         | 70,04549                 | 21,93095                        |

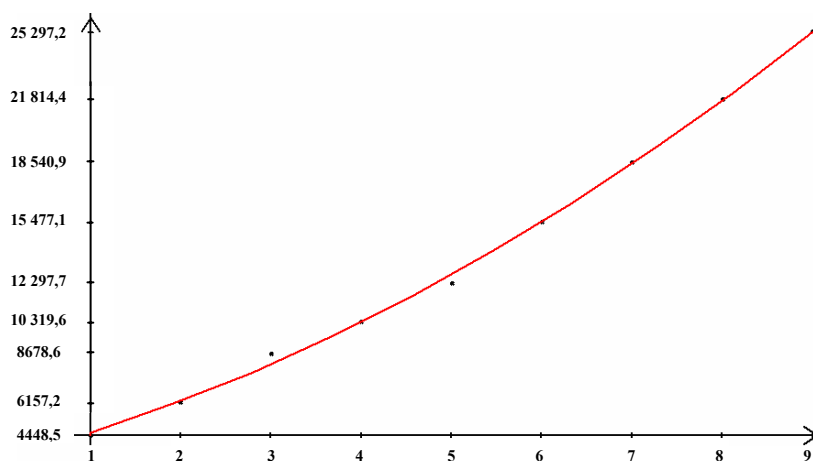


Рис. 3. ЭКМ в динамике 2000–2008 гг. по первому фактору

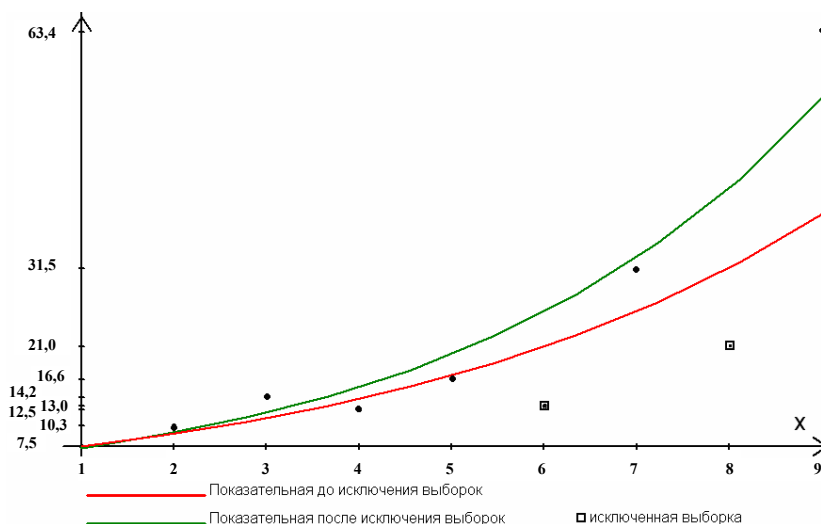


Рис. 4. ЭКМ в динамике 2000–2008 гг. по второму фактору

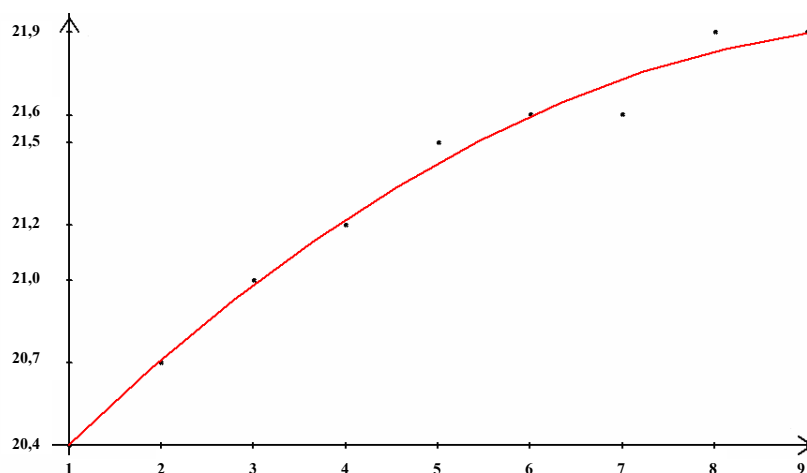


Рис. 5. ЭКМ в динамике 2000–2008 гг. по третьему фактору

Проведенные расчеты позволили определить прогнозируемое значение стоимости 1 кв. м общей жилой площади на 2009 г. по Камчатскому краю. Он составил 60 460 руб. (предел изменения 58,5–60,5 тыс. руб.). Прирост цен составил примерно 25% по сравнению с прошлым годом против 20% в сравнении с 2007 и 2008 гг. Это связано, прежде всего, с последствиями финансового кризиса и, вследствие этого, с переносом и развитием услуг продаж на вторичное жилье, увеличением объемов индивидуального жилищного строительства.

Общая динамика стоимости квадратного метра общей жилой площади представлена на рис. 6.

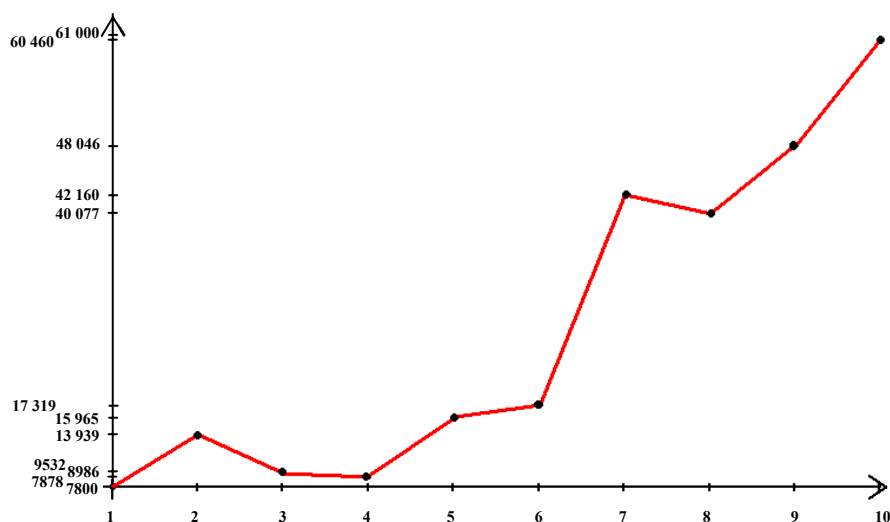


Рис. 6. Динамика 2000–2009 гг. уровня цен на рынке жилья Камчатского края

Рассмотренная схема исследования на базе комплекса «ЭКМ-5» позволит в дальнейшем специалистам-аналитикам по недвижимости проводить более точную политику регулирования и контролирования цен на жилье как на первичном, так и на вторичном рынке жилья.

### Литература

1. Математика в экономике: Учеб. в 2 ч. / А.С. Солодовников, В.А. Бабайцев, А.В. Браилов, И.Г. Шандра. – М.: Финансы и статистика, 1999. – Ч. 2. – 376 с.
2. Брандт З. Анализ данных. Статические и вычислительные методы для научных работников и инженеров / Пер. с англ. – М.: Мир; Изд-во АСТ, 2003. – 686 с.
3. Мандрикова О.В. Моделирование геохимических сигналов на основе вейвлет-преобразования. – Владивосток: Дальнаука. 2007. – 123 с.

УДК 338+639.2/.6

## ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА РЫБОПРОДУКЦИИ

Е.Г. Михайлова<sup>1</sup>, М.В. Ефимова<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup>Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003

<sup>1</sup>e-mail: mihailova\_eg@kamchatgtu.ru

<sup>2</sup>e-mail: efimoff-a@mail.ru

В статье подводятся итоги работы круглого стола, посвященного проблемам ресурсосбережения в рыбной отрасли, организованного кафедрами «Экономика и управление», «Технология рыбных продуктов» ФГОУ ВПО «КамчатГТУ» совместно с Министерством рыбного хозяйства Камчатского края.

**Ключевые слова:** круглый стол, выступление, проекты, студенты, аспиранты, ресурсосберегающие технологии, сырье, проблема, экономическая эффективность, молодежное правительство, производство.

**Improving of competitive ability of resource saving technology of fish products' production.**  
E.G. Mikhailova<sup>1</sup>, M.V. Efimova<sup>2</sup> (<sup>1, 2</sup>Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia, 683003)

The results of round table discussions devoted to the problems of resource saving technologies in fish industry are presented in the article. Round table discussions were organized by Economic and Management chair, Technology of Fish Products chair of Federal State Educational Institution of Higher Professional Education Kamchatka State Technical University in cooperation with the Ministry of fishery of Kamchatka region.

**Key words:** round table, speech, projects, students, graduate students, resource saving technologies, raw material, problem, economic effectiveness, youth government, production.

25 октября 2010 г. в конференц-зале КГАУ «Камчатский выставочный центр» прошло заседание круглого стола «Повышение конкурентоспособности ресурсосберегающего производства рыбопродукции». Организаторами мероприятия явилось Министерство рыбного хозяйства Камчатского края совместно с кафедрами «Экономика и управление» и «Технология рыбных продуктов» ФГОУ ВПО «КамчатГТУ».

Время проведения круглого стола совпало с «рыбным днем» региональной инвестиционной выставки «Камчатка сегодня, завтра. Традиция побеждать». Это дало возможность принять участие в мероприятии многим представителям рыбной отрасли, занятым на выставке, – сотрудникам ПО «Рыбхолкам», РК им. В.И. Ленина, ООО «Северпродукт» и др. Всего в заседании круглого стола приняло участие 30 человек. Координацию работы круглого стола осуществляла Е.Г. Михайлова, кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой «Экономика и управление» КамчатГТУ.

Заседание началось после приветственного выступления министра рыбного хозяйства Камчатского края В.М. Галицына.



Министр рыбного хозяйства Камчатского края  
В.М. Галицын приветствует участников выставки

В начале с докладами выступили гости круглого стола из г. Владивостока: директор института международного бизнеса и экономики ВГУЭС, доктор экономических наук, профессор А.П. Латкин, и кандидат технических наук, профессор В.А. Голованец, заведующий лабораторией «Процессы и аппараты прикладной биотехнологии» Дальрыбвтуза.

В своем докладе А.П. Латкин охарактеризовал экономико-правовые условия успешной реализации краевой программы развития ресурсосберегающего производства рыбопродукции, выделил современные тенденции развития рыбоперерабатывающего комплекса Приморского края, обосновал применение методики ценовых коэффициентов для принятия решения о выпуске рыбопродукции.

В.А. Голованец познакомил присутствующих с современными тенденциями развития ресурсосберегающего производства рыбопродукции, представил образцы рыбной продукции в упаковках нового поколения, схемы разработанного лабораторией «Процессы и аппараты прикладной биотехнологии» оборудования, позволяющего реализовывать в рыбоперерабатывающей отрасли ресурсо- и энергосберегающие технологии.

Проблемы качества и безопасности продуктов из гидробионтов и ответственность предпринимательства в области переработки водных биоресурсов осветила в своем выступлении С.А. Пакляченко, директор ООО «Камчатский центр качества». Злободневная тема вызвала продолжительное обсуждение вопроса присутствующими.

Инженер-технолог ООО «Витязь-Авто», аспирант кафедры «Технология рыбных продуктов» КамчатГТУ А.А. Боков рассказал об опыте предприятия по глубокой переработки рыбопродукции.

С докладом «Ресурсосберегающие технологии в инновационных проектах КамчатГТУ» выступила Н.С. Салтанова, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология рыбных продуктов» КамчатГТУ. В своем выступлении Н.С. Салтанова рассказала об основных проектах, разработанных студентами, аспирантами и преподавателями кафедры. Авторы проектов предлагают шире использовать нетрадиционные



*Аспирант КамчатГТУ А.А. Боков,  
к.т.н., доцент кафедры ТРП Н.С. Салтанова*

виды рыб, нерыбные объекты промысла (беспозвоночные, водоросли), а также комплексно перерабатывать сырье, извлекая ценные компоненты из отходов. Разработаны ресурсосберегающие технологии пресервов из традиционного и нетрадиционного (слабосозревающего) рыбного сырья с использованием различных способов интенсификации биохимических процессов; пресервов из морского гребешка с овощными гарнирами в соусах различного состава; пресервов из кальмара с использованием бактериальных заквасок для размягчения консистенции мяса. Учитывая, что тихоокеанские лососи имеют огромное значение для рыбной отрасли Камчатки, для повышения качества готовой продукции разработаны технологии низкотемпературного посола лососевых, солено-мороженой нерки со специями в вакуумной упаковке. С целью рационального использования рыбного сырья разработана технология кулинарной продукции в гелеобразных заливках из коллагенсодержащих рыбных отходов, технология рыбомучных кулинарных изделий (расстегаев, кулебяк) с добавлением лабазника камчатского, крупнокусковых колбасных изделий из минтая, палтуса и кеты. Проводятся исследования по разработке технологии пищевых добавок из синезеленых и бурых водорослей (порошка пищевого, фикоцианина, хлорофилла). Дополнительную информацию по вопросу представила кандидат биологических наук М.В. Ефимова, заведующая кафедрой «Технология рыбных продуктов».

Разработке ресурсосберегающих пищевых технологий на кафедре «Технология рыбных продуктов» уделяется первостепенное значение, так как это способствует получению продуктов, обладающих высокой пищевой ценностью, рациональному использованию гидробионтов, снижению энергозатрат и улучшению экономических показателей пищевых производств.

Участники круглого стола, заслушав и обсудив материалы по вопросам, вынесенным на рассмотрение, отмечают, что в рыбной отрасли страны наметились положительные тенденции. Однако эффективному развитию ресурсосберегающего производства рыбопродукции препятствует ряд проблем, среди которых можно выделить следующие:

- ведение незаконного промысла водных биологических ресурсов и нелегальный вывоз рыбной продукции за рубеж; нелегальное производство рыбопродукции;
- высокий уровень физического износа и прогрессирующее моральное старение основных средств;
- сырьевая направленность экспорта рыбной продукции;
- недобросовестная конкуренция иностранных производителей;
- низкая степень загрузки производственных мощностей;
- высокий риск кредитования;
- высокие административные барьеры.



*Участники мероприятия за «круглым» столом*

По результатам выступлений и обсуждения участники предложили:

1. Провести оценку экономической эффективности действующих и возможности внедрения новых механизмов экономического стимулирования ресурсосберегающего производства рыбопродукции.

2. Обеспечить реализацию мероприятий краевой программы по развитию конкуренции в Камчатском крае, в том числе в части защиты камчатских производителей рыбопродукции от недобросовестной конкуренции со стороны иностранных производителей.

3. Продолжить работу совместно с молодежным правительством Камчатского края по разработке комплекса мероприятий по продвижению торговых марок камчатских производителей на отечественных и мировых рынках.

4. Сформировать интегративные кафедры, включающие представителей науки, образования, исполнительных органов власти и производителей, с целью повышения как уровня подготовки выпускников, так и степени внедрения прогрессивных технологий рыбопереработки.

5. Создать условия для совместного решения проблем в сфере производства, реализации и контроля на рыбоперерабатывающих предприятиях, в том числе посредством проведения совещаний с целью выработки единой позиции.

6. Повысить информированность рыбоперерабатывающих предприятий Камчатского края о мерах государственной поддержки ресурсосберегающего производства.

7. Создать на официальном сайте Правительства Камчатского края Реестр научных разработок технологий по производству море- и рыбопродукции.

8. С целью выявления наиболее эффективных направлений развития ресурсосберегающих технологий провести научно-практическую конференцию «Инструменты взаимодействия государственных и предпринимательских структур в рыбохозяйственной деятельности» в октябре 2011.

9. Доклады участников круглого стола рекомендовать к публикации в «Вестнике КамчатГТУ».

С материалами круглого стола можно ознакомиться на сайте Министерства рыбной отрасли Камчатского края.

## РАЗДЕЛ IV. ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ, ИСТОРИЯ, ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 811.111'25

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОДА ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛЕКСИКИ  
ТЕХНИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ

Л.П. Писарева

*Камчатский государственный технический университет, г. Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: aurum750@mail.ru*

Цель статьи – анализ типичных ошибок и трудностей при переводе английского текста по специальности «Эксплуатация судовых энергетических установок» и подтверждение необходимости наличия у студентов навыков грамматического анализа предложения, умения связывать его с явлениями лексического порядка, что в итоге облегчает овладение навыками точного перевода читаемых текстов. А умение выявить связь лексических значений с грамматическими явлениями может избавить студентов от механического заучивания разнovidностей значений слов.

**Ключевые слова:** технические тексты, перевод, терминологическая лексика.

**Peculiarities of english technical texts' terminology translation.** L.P. Pisareva (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia, 683003)

This article takes into consideration the peculiarities of English technical texts on marine engineering. Typical mistakes, some difficulties arising while translating show the necessity to know not only different meaning of the terms and terminal words, but also the English sentence structure, what can result in understanding and exact translation of the texts and different information on 'Operation and Maintenance of Ship Machinery'.

**Key words:** technical texts, translation, terminology.

В соответствии с действующей программой по иностранному языку для высших технических учебных заведений задачами обучения английскому языку являются чтение и понимание научно-технических текстов, чтение и перевод литературы по специальности, такой как каталоги и проспекты, разнообразные инструкции по монтажу и эксплуатации оборудования, информационные материалы иностранных фирм, фирм-изготовителей и т. д., и развитие навыков устной речи.

Изучение иностранного языка стало неотъемлемой частью комплексной программы становления современного технического специалиста, поэтому английский язык следует изучать применительно к конкретным нуждам информационного обеспечения данной специализации. В этом случае необходимо обращать особое внимание на обработку следующих навыков и умений:

- 1) изучение грамматических явлений на основе лексики и терминологии, характерных для судомеханической литературы;
- 2) эффективное использование навыков просмотрового чтения для поиска нужной информации;
- 3) умение проводить смысловой анализ текста и находить главную идею;
- 4) умение достаточно точно перевести текст по специальности, содержащий интересующие сведения;
- 5) умение пользоваться специальными словарями, словарями сокращений и умение использовать знания, полученные на лекциях, практических занятиях и из специальной литературы на русском языке.

Язык, обслуживающий ту ли иную область знаний, даже самую узкоспециальную, не образует обособленной системы внутри самого себя. Он является неотъемлемой частью общенационального языка, пользуется лексикой, входящей в состав этого языка, и подчиняется его грамматическому строю.

Лексика технического текста по специальности «Эксплуатация судовых энергетических установок» включает наиболее употребительные слова и сочетания общенационального языка, и именно они часто представляют главные трудности для понимания, изучения, тогда как слова-термины усваиваются значительно легче в силу их сравнительной немногочисленности и повторяемости.

Отсюда очевидно, что в процессе занятий необходимо постоянно учитывать это преобладание общеупотребительных слов и словосочетаний, помогать студентам в отборе необходимой лексики и сознательном закреплении накапливаемых знаний. Вместе с тем при работе над переводом текста, наряду с навыками грамматического анализа, необходимо развивать у студентов умение осознавать различные лексические особенности (а нередко и лексико-грамматические), без учета которых оказывается невозможным точное понимание текста и его адекватный перевод на родной язык [1].

Известно, что одной из таких особенностей в английском языке является многозначность его лексики. Она весьма ощутима, когда, встречая незнакомые слова (а нередко и знакомые, но в значении, не подходящем для данного контекста), студент наводит справку в словаре, находит там несколько значений и часто не может решить, которое же из них является наиболее подходящим. Задача преподавателя – помочь распознать те признаки контекста, которые подскажут правильный выбор.

Таковыми признаками могут быть:

- грамматические связи;
- лексические связи;
- контекст.

Приступая к переводу английского специального текста, следует руководствоваться следующими основными правилами:

I. Прочитать законченный отрывок переводимого текста, состоящий из нескольких предложений, для того чтобы понять его общее содержание. Лишь потом приступать к переводу текста по предложениям. Такое предварительное знакомство с темой поможет в процессе дальнейшего перевода найти значение незнакомого слова из всех предлагаемых словарем значений. Так, например, для слова *unit* в словаре даются следующие значения: *‘единица, единица измерения, агрегат, элемент, узел (конструкции), блок, установка, секция’* и т. д. Таким образом, при описании какого-либо устройства может переводиться как *‘установка’*:

*This unit has a cylinder diameter of 1060 mm and a stroke of 230 mm.* *‘Эта установка (двигатель) имеет диаметр цилиндра 1060 мм, а ход поршня 230 мм’.*

Также *unit* может переводиться как *‘агрегат’*, *‘устройство’*:

*A unit that supplies fuel to the fuel injector valve is the high – pressure pump.* *‘Устройство, которое подает топливо в форсунку – топливный насос высокого давления’.*

Однако в предложении *‘The gas turbine engine develops more power per unit of weight and unit of volume than another engine’* слово *unit* употреблено в значении *‘единица’*, следовательно, все предложение переводится: *‘Газовая турбина развивает большие мощности на единицу веса и единицу объема, чем другой двигатель’.*

Слова *rate, rating, range* часто встречаются в специальных текстах при описании почти каждой энергетической установки, особенно, когда речь идет о двигателе внутреннего сгорания. Трудность перевода этих слов связана с тем, что многочисленные значения, предлагаемые техническим словарем, затрудняют выбор нужного значения. Следует помнить, что слово *range* чаще встречается в значении *‘класс, серия’*.

Например:

*The company decided to add a more powerful unit to its range of medium-speed engines: the PCS.* *‘Компания решила добавить более мощную установку к серии среднеоборотистых двигателей PCS’.*

В сочетании *a wide range* переводится как *‘широкий круг/выбор’*, *‘разнообразие сорта’* и т. п.

*The heavy duty gas turbines are able to burn a wide range of fuels from heavy oil to natural gases.* *‘Мощные газовые турбины могут сжигать разнообразные сорта топлива от мазута до природных газов’.*

Глагол *to range* в основном со значением *‘колебаться/изменяться в каких-либо пределах’* иногда опускается при переводе и заменяется сочетанием *‘от ... до’*.

*A wide range of automatic controls is available ranging from one for normal manning to one permitting unmanned operation.* *‘Имеется широкий выбор органов автоматического управления от обычной рукоятки до устройства, позволяющего безвахтенное обслуживание’.*



*Rate* в текстах для судомехаников встречаются в значении:

- 1) 'скорость' – *rate of revolution* – 'скорость вращения';
- 2) 'степень' – *rate of development* – 'степень развития'; *rate of improvement* – 'степень совершенствования';
- 3) 'расход' – *steam rate* – 'расход пара'.

Глагол *to rate* – 'устанавливать, рассчитывать' – употребляется в основном в страдательном залоге.

*Rated (at)* переводится 'быть рассчитанным на (создание определенной мощности)'.

*The largest machine in the new series is now rated at 4012 bhp/cyl.* 'Самая большая машина этой серии рассчитана (должна давать) на мощность в 4012 э.л.с. на цилиндр'.

Слово *rating*, которое словарь дает как 'данные (котла/машины)' следует переводить 'мощность'. Часто встречаются сокращения: *m.c.r.* – *maximum continuous rating* – 'максимальная продолжительная непрерывная мощность'; *n.s.r.* – *normal service rating* – 'обычная эксплуатационная мощность'.

*The nominal rating of the main geared turbine set, when the shaft was rotating at 110 r.p.m. was 19 000 S.H.P.* 'Номинальная мощность главной судовой турбины с редукторной передачей, когда вал делал 110 об/мин, была 19 000 л. с.'

Глагол *to uprate* переводится 'рассчитывать на создание более высокой мощности'.

*During the last 12 months Sulzer has introduced a new engine design which although basically similar to the RND series is further uprated.* 'В течение последних 12 месяцев фирме Зульцер предложили новую конструкцию двигателя, который, хотя в основном и подобен серии RND, рассчитан на более высокую мощность (рассчитан на создание более высокой мощности)'.

Знакомые слова также могут вызвать затруднение при переводе, так как студенты, как правило, запоминают одно значение, встречавшееся в общем курсе английского языка, упуская из виду возможность другого перевода, более характерного для языка литературы по специальности «Эксплуатация судовых энергетических установок».

Так, например, студенты хорошо знают значение слова *close* 'закрывать', тогда как в технической литературе слово *close* значительно чаще употребляется в значении 'близко' или 'подробный, тщательный':

*close to the combustion chamber* – 'близко к камере сгорания';

*close inspection* – 'тщательный осмотр'.

Слово *even* запомнилось со значением 'даже', а оно употребляется в значении 'ровный, равномерный':

*even oil distribution* – 'равномерное распределение масла';

*even wear* – 'равномерный износ'.

Вот далеко не полный список знаменательных слов, значение которых в литературе для судомехаников отличаются от тех, с которыми их используют в общем курсе английского языка:

*appreciable* – 'заметный';

*case* – 'кожух, корпус';

*conventional* – 'обычный, стандартный';

*cover* – 'крышка';

*current* – 'ток, течение, современный, настоящий';

*experience* – 'испытание';

*face* – 'поверхность';

*fine* – 'тонкий, мелкий, точный';

*ground* – 'полированный, основание';

*general* – 'общий';

*generation* – 'образование (пара), производство (тока)';

*mean* – 'средний';

*order* – 'класс';

*performance* – 'характеристика';

*reading* – 'отсчет, показание';

*run* – 'работать, вращать, работа'.

Ряд знаменательных существительных, представляющих название частей человеческого тела и названий предметов туалета, вошел в состав судомеханической терминологии. Знание этих существительных может облегчить запоминание терминов, в состав которых они входят:

*arm* – ‘рука’; *arm* – плечо, рычаг’;  
*back* – ‘спина’; *back* – ‘задняя сторона какой-либо детали’;  
*crown* – ‘корона’; *crown* – ‘крышка’;  
*elbow* – ‘локоть’; *elbow* – ‘изгиб, колено, кница’;  
*eye* – ‘глаз’; *eyelet* – ‘отверстие’;  
*hand* – ‘рука’; *handhole* – ‘лючок’;  
*head* – ‘голова’; *head* (= *cover*) – ‘верхняя часть, головка (поршня)’;  
*lips* – ‘губы’; *lip* – ‘край’;  
*neck* – ‘шея’; *neck* – ‘ось, цапфа, шейка’;  
*collar* – ‘воротник’; *collar* – ‘утолщение’;  
*coat* – ‘пиджак, пальто’; *coat* – ‘покрывать’;  
*jacket* – ‘жакет’; *cooling jacket* – ‘зарубашечное пространство’;  
*pocket* – ‘карман’; *pocket* – ‘углубление, выемка, пробка’;  
*sleeve* – ‘рукав’; *sleeve* – ‘вкладыш, втулка’;  
*cap* – ‘кепка’; *cap* – ‘колпачок, головка’.

II. Если грамматическая структура переводимого предложения не вызывает затруднений, следует определить значение незнакомых слов:

- 1) по контексту, используя логику контекста или догадку;
- 2) по словообразовательным суффиксам и префиксам (при наличии знакомого корня).

Однако трудности при переводе некоторых наречий вызваны тем, что в большинстве случаев прилагательные, от которых они образованы, знакомые студентам по общему курсу, приобретают другое значение:

*bad* – ‘плохой’; *badly* – ‘сильно, очень’; *badly worn* – ‘сильно изношенный’;  
*direct* – ‘прямой’; *directly* – ‘непосредственно’; *directly connected to the engine* – ‘непосредственно подсоединен к двигателю’;  
*great* – ‘великий’; *greatly* – ‘очень, весьма’; *ifs greatly important...* – ‘очень важно’;  
*hard* – ‘трудный’; *hardly* – ‘едва, почти, чуть-чуть’;  
*least* – ‘наименьший’; *at least* – ‘по крайней мере, не менее’.

*To rotate the shaft manually at least every two days.* ‘Проворачивайте вал вручную, хотя бы раз в два дня’.

III. Если смысл предложения остается неясным, даже когда переведены все незнакомые слова, необходим синтаксический анализ предложения, так как при наличии постоянного порядка слов в английском предложении синтаксический анализ раскрывает связь между словами.

IV. Синтаксический анализ предложения рекомендуется начинать с определения сказуемого, так как оно несет основную информацию о подлежащем и его легко определить по ряду внешних признаков. Сказуемое, прежде всего, рекомендуется определять по наличию в его составе вспомогательного или модального глагола – *to be, to have, to do, shall, will, can, must, may, should* и др.

*Rotors are made steel forging. The journal should be ground. The air suction valves do not close immediately.*

При отсутствии такового форма с окончанием *-s* или *-ed* может играть роль сказуемого, если занимает соответствующее положение в предложении.

*The scavenging air rushes into the cylinder. The thermostat delivered water to the cooler.*

Однако часто сказуемое трудно определить из-за отсутствия вышеупомянутых признаков и из-за явления конверсии, широко распространенного в английском языке, когда слово из одной части речи переходит в другую часть речи, не изменяя своей формы, – без словообразовательных суффиксов или префиксов, и, следовательно, начинает выполнять другие синтаксические функции.

*The plan details recommended work to be carried out by ship's engineers and includes regular visits by automation engineers to vessels in service.* ‘План детально излагает, какую работу рекомендуется проводить судомеханикам и включает регулярное посещение судов инженерами – специалистами по автоматике’.

Таким образом, слово *details*, которое чаще встречается как существительное ‘детали’, ‘подробности’, здесь выступает как глагол в функции сказуемого. Слово *form* легко запоминающееся как существительное ‘форма’, нередко является глаголом и выполняет функцию сказуемого.

*The strong construction forms a sturdy bed in which – the crankshaft and cylinder block.* ‘Прочная конструкция образует крепкую станину, на которой монтируется коленчатый вал и блок цилиндров’.

В подобных случаях сказуемое стоит обычно между двумя беспредложными группами слов – между подлежащим и прямым дополнением.

Иногда, наоборот, слово, обычно выступающее глаголом, может быть существительным, и тогда оно выполняет роль подлежащего или дополнения.

*Superheater supports vary in type with different designs. 'Опоры подогревателя различны в зависимости от его конструкции'.*

Почти полное отсутствие в современном английском языке системы склонения и спряжения и наличие твердого порядка слов в предложении обуславливает характерное для английского языка явление многофункциональности, когда слово, не измеряя своей формы, может выполнять функции различных частей речи в зависимости от места в предложении, как было показано выше на примерах.

Явление многофункциональности особенно характерно для знаменательных частей речи – существительных, глаголов, прилагательных и наречий, не имеющих особых формальных признаков в виде суффиксов и префиксов.

Однако многофункциональность служебных частей речи и неличных форм глагола также имеет значительное распространение в современном английском языке. Совпадение форм у различных частей речи ведет к неправильному их опознанию, если студенты не имеют твердых навыков синтаксического анализа, а следовательно, к искажению смысла предложения при переводе [2].

Рассмотрим трудности анализа и перевода форм с окончанием *-ing*. Это окончание присуще, прежде всего, двум неличным формам глагола – герундию (в простой форме) и причастию I. Поэтому необходимо помнить признаки каждого из них и способы их перевода.

Формальным признаком герундия, отличающим его от Participle I, кроме функции подлежащего, является предлог:

*after, before, on (upon) in, at* – перед герундием в функции обстоятельства времени;

*for* – перед герундием в функции обстоятельства цели;

*without* и *by* – перед обстоятельством образа действия;

*of* – перед герундием в функции определения.

Простые формы герундия, имеющие перед собой предлог, переводятся, как правило, существительным, деепричастием или деепричастным оборотом.

*Before starting the compressor should be turned over a few times by hand by removing the air from the system. 'До запуска компрессор следует повернуть рукой несколько раз'*

– 'удалением воздуха из системы';

– 'удаляя воздух из системы'.

*All valves and cock for draining water must be open. 'Все клапана и краны для спуска воды должны быть открыты'.*

*The difficulty of making an efficient riveted joint is an objection to this repair. 'Недостатком такого вида ремонта является трудность выполнения хорошо ковального шва'.*

В технических текстах герундий с предшествующим *of* часто употребляется после существительных:

*idea (of)* – 'идея'; *possibility (chance) (of)* – 'возможность'; *way (of)* – 'путь, способ' и т. п.

Герундий с предшествующим предлогом *without* обычно переводится отрицательной формой деепричастия или существительного с предлогом 'без'.

*No gas generator has exceeded 2500h running without requiring to be changed out for repair. 'Ни один генератор не проработал более 2500 часов без ремонта'.*

В ряде случаев герундий в простой форме с относящимися к нему словами переводится на русский язык придаточным предложением (где сам герундий переводится глаголом в личной форме). Такие придаточные предложения часто начинаются словами 'то, что (чтобы)'.  
*Besides depending on vibration conditions the shape of the cam also depends on the leakage on the system. 'Помимо того, что форма кулачка зависит от условий вибраций... (а не 'помимо зависимости'...)'*

*Instead of drying the boiler out by flashing up... 'Вместо того, чтобы осушать котел вспышкой...'*

Причастие I (Participle I) как часть речи соответствует русскому причастию и деепричастию и переводится на русский язык: а) причастием или причастным оборотом, если стоит в функции определения, что, как правило, трудностей не вызывает благодаря полному соответствию с русским языком.

*Metals having relatively high strength and withstanding high temperatures are used for these blades. 'Металлы, имеющие относительно высокую прочность и выдерживающие высокие температуры, используют для этих лопаток'.*

Признаком причастия I в функции обстоятельства (член предложения, отвечающий на вопрос когда, как, каким образом производится действие) являются предшествующие *-ing*-форме:

- 1) запятая (которая отсутствует перед *-ing*-формой в функции определения);
- 2) наречие *thus* – 'таким образом' или *thereby* – 'тем самым';
- 3) союзы *when* или *while* – 'в то время как', 'пока'.

В этом случае *-ing*-форму следует переводить:

- а) деепричастием или деепричастным оборотом;
- б) соответствующим придаточным предложением.

*When examining vertical boilers it is essential to have this part (the junction of the firebox and shell) thoroughly cleaned. 'Осматривая вертикальные котлы, важно тщательно очистить эту часть котла (т. е. место соединения топки и корпуса)'.*

*In order to retain the same propeller efficiency while, for example, doubling the power and keeping the same speed of advance it would be necessary to reduce rev/min. 'Для сохранения того же КПД винта, в то время как мощность, например, удваивается, а скорость движения не изменяется, было бы необходимо уменьшить число оборотов в минуту'.*

*All pumps at floor plate level are mounted on high stools thus giving ease of access to the impeller casings. 'Все насосы на уровне настила палубы монтируются на высоких подставках, таким образом создавая легкий доступ к корпусам крылаток'.*

*A redesigned transfer port was introduced into the new casting, thereby distributing the stresses over a greater area and thus avoiding the high stress concentration. 'В новую отливку было введено реконструированное перепускное окно, тем самым распределяя напряжение на большей площади и таким образом исключая их высокую концентрацию'.*

Окончание *-ing* имеют также причастные союзы и предлоги, которые нередко принимаются студентами за причастие. Рекомендуется выучить значения этой группы слов:

- providing (that)* – 'если';
- supposing (that)* – 'если';
- assuming (that)* – 'если';
- regarding* – 'относительно';
- concerning* – 'в отношении';
- considering* – 'в отношении';
- referring (to)* – 'что касается, согласно';
- including* – 'включительно';
- following* – 'вслед за';
- depending on* – 'в зависимости от (того от...)'.

Причастные предлоги чаще всего встречаются в простых распространенных предложениях.

*Depending on engine size, one blower may serve from two to four cylinders. 'В зависимости от размера двигателя одна воздуходувка может обслуживать от двух до четырех цилиндров'.*

*Referring to Fig. 1, the reduction in the range 60–90 rev/min is not less than 10 000 shaft horse power. 'Согласно рисунку 1 уменьшение мощности в диапазоне 60–90 оборотов в минуту составляет не менее 10 000 л.с.'.*

*The foregoing remarks regarding circulation apply to the vertical tube-type boilers. 'Приведенные выше примечания о (относительно) циркуляции относятся к водотрубным котлам с вертикально расположенными трубами'.*

Союз *providing* – 'если' – вызывает при переводе наибольшее число ошибок, так как его принимают за часто встречающееся причастие I от глагола *to provide*, а о существовании союза забывают. Следует помнить, что причастные союзы обычно встречаются в сложноподчиненных предложениях на границе между главным и придаточным предложениями.

Признаком союза *providing*, кроме предшествующей запятой (она может стоять и перед причастием *providing* в функции обстоятельства), являются стоящие после него подлежащее и сказуемое, которые отсутствуют, если *providing* выступает как причастие – определение или обстоятельство. Для наглядности сравним следующие примеры:

а) *On actuation of the automatic starting signal, providing (that) certain initial conditions are fulfilled, the H.P. compressor rotor is accelerated by a hydraulic starter to 2000 rev/min. 'При подаче*

автоматического пускового сигнала, если выполнены определенные начальные условия, ротор компрессора высокого давления ускоряется ...';

б) *All the engines will run at their continuous service ratings, providing a total output of 75 000 h.p. at 117 r.p.m.* 'Все двигатели будут работать с непрерывной рабочей эксплуатационной мощностью, обеспечивая общую мощность в 75 000 л.с. при 117 об/мин';

в) *There are still many of Scotch boilers providing steam for main propulsion and for auxiliary purpose in motor-ships.* 'Все еще есть много шотландских котлов, применяемых в качестве главного двигателя и обеспечивающих пар для вспомогательных целей на теплоходах'.

Как видно из примеров, сказуемое после *providing* отсутствует в предложениях б) и в), в отличие от предложения а).

Возникают трудности распознавания и перевода форм с окончаниями *-ed*. В английском языке окончание *-ed* имеют:

1) правильные глаголы в Past Simple:

*The first new engine, Type SD, replaced older designs.* 'Первый новый двигатель, run CD, заменил старые конструкции';

2) причастие прошедшего времени (Participle II (Р.П)) от правильных глаголов в функции определения:

*Steam generated in a boiler must pass through the super-heater.* 'Пар, вырабатываемый в котле, должен пройти через пароперегреватель'.

Студенты часто допускают ошибки, путая эти две формы с окончанием *-ed*.

Следует помнить, что за Р.П в функции определения, как правило, стоит группа слов.

Часто она начинается предлогами *by* и *with*.

*The plate thickness depends on the working pressure, amount of support provided by stays and flanges etc.* 'Толщина пластины зависит от рабочего давления, от (силы) поддержки, оказываемой распорками и фланцами'.

Студентам рекомендуется запомнить, что причастный оборот, начинающийся словами *followed by ...*, всегда переводится придаточным предложением, вводимым словами 'за которым следует' или 'за чем следует', *influenced by/affected by* – 'на который влияет'.

*In the 2-stroke engine the exhaust ports or valves open before B.D.C, followed by the scavenging ports.* 'В двухтактном двигателе выпускные окна или клапаны открываются до того, как поршень доходит до нижней мертвой точки, затем следует открытие продувочных окон'.

Если же функцию определения выполняет так называемое причастие, то есть за ним не следует группа слов, образующая причастный оборот, то при переводе это одиночное причастие следует ставить перед определяемым словом.

*The power transmitted is automatically monitored and controlled through engine fuel control block.* 'Передаваемая мощность автоматически регистрируется и контролируется блоком управления топливopодачи'.

Если две формы с окончанием *-ed* встречаются в одном предложении, одна за другой, то следует помнить, что первая форма с *-ed* это причастие II, а вторая – сказуемое предложения в Past Simple.

*The section removed included two of the cylinder head studs as well as a portion of the machined liner.* 'Удаленная часть включала две шпильки цилиндрической крышки, а также часть обработанной втулки'.

Если же причастие II употребляется в функции обстоятельства (причины, времени и условия), что встречается реже, чем в функции определения, такой причастный оборот в основном следует переводить на русский язык соответствующим придаточным предложением.

*Fuel leakage is probably the most dangerous, followed by flooding due to pipe fracture.* 'Утечка топлива, возможно, самое опасное явление, т. к. за ним следует затопление из-за поломки трубы'.

В случае употребления причастного оборота, выражающего обстоятельство времени или причины, Р.П нередко предшествует союз *when* или *if*.

*If loosened, the bolts should be tightened.* 'Если болты ослабли, их следует подтянуть'.

При переводе такого предложения нужно помнить, что подлежащим придаточного предложения должно стать подлежащее главного предложения или предмет, о котором шла речь раньше [4].

*When oil fired, care was taken by means of brick-work, to avoid direct flame impingement on the lower parts of the furnace.* 'Когда котел работал на жидком топливе, принимались меры

(с помощью кирпичной кладки), чтобы избежать непосредственного попадания пламени на нижние части топки'.

Окончание *-ed* также имеет и причастный союз *provided* – 'при условии если', аналогичный союзу *providing*.

Как и все причастные союзы, он вводит придаточное предложение, а за ним стоят подлежащее и сказуемое.

*Wastage and deposits between the cast iron fins, provided the passage for gas is not impaired and the steel tubes beneath the finned sections are sound, are of little concern to classification surveyor.* 'Износ и отложения между чугунными ребрами, если проход для газа не поврежден и стальные трубки под ребристыми секциями целы, не имеет значения для инспектора' [3].

Деление на признаки, указывающие на правильный выбор, является условным, так как во всех трех случаях за грамматикой, так или иначе, остается организующее начало, она показывает связи между словами и словосочетаниями в предложении.

### Литература

1. Климчук З.А. Определение значения многозначного глагола из грамматического контекста // В помощь преподавателям иностранных языков. – Новосибирск: Наука, 1977.

2. Ковальницкая О.В. Выявление значения многозначных глаголов из их грамматических связей // Вопросы методики преподавания иностранных языков. – М.: 1968.

3. Григоров В.Б. Профессионально-ориентированное обучение как важнейший резерв повышения эффективности обучения иностранному языку // Методические рекомендации по иностранным языкам. – М.: Высшая школа, 1985.

4. A Grammar of the English Language / В.Л. Каушанская, Р.Л. Ковнер, О.Н. Кожевникова и др. – Л.: Просвещение, 1973.

5. Barabash T.A. A Guide to Better Grammar. – М.: Международные отношения, 1975.

## **ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ В НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК КАМЧАТГТУ»**

Журнал «Вестник КамчатГТУ» выпускается четыре раза в год и публикует результаты научных исследований по направлениям:

- научное обеспечение развития флота рыбной промышленности, техники промысла водных биологических ресурсов;
- математическое моделирование и научное обеспечение информатизации рыбохозяйственной деятельности;
- охрана водных биологических ресурсов и среды их обитания, воздействие природных и антропогенных факторов на состояние водных экосистем;
- пищевые технологии и рыбоперерабатывающая техника;
- аквакультура;
- социально-экономическое развитие регионов;
- образование.

Статьи, направляемые в «Вестник», должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Работа должна отвечать указанному выше направлению, обладать несомненной новизной, иметь теоретическую и практическую значимость.

2. Вопрос об опубликовании статьи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала.

3. Объем статьи может быть не более 12 страниц текста. Статьи должны представлять сжатое, четкое изложение полученных автором результатов, без повторений одних и тех же данных в тексте статьи, таблицах и рисунках.

4. К статье должны быть приложены:

- для внешних авторов – разрешение на опубликование материалов от организации, в которой работает автор;
- для внутренних авторов – отзыв рецензента журнала «Вестник КамчатГТУ»;
- сведения об авторах: полное имя и отчество, фамилия, ученая степень, звание, должность и место работы, членство в академиях (РАЕН, РАН, МАНЭБ, Военная и др.), домашний адрес, номер телефона (мобильный, служебный, домашний), e-mail.

Если у статьи несколько авторов, то сведения предоставляются полностью о каждом из них.

### **Предоставление статей**

Рукописи статей со сведениями об авторе направляются ответственному секретарю в редакционную коллегию журнала. Статьи обязательно подписываются всеми авторами на обороте последнего листа. Все материалы предоставляются распечатанными на ксероксной бумаге формата А4 и в электронном виде (набренными в текстовом редакторе Microsoft Word, шрифт 11 Times New Roman, абзац сопровождается отступом в 0,7 см; печатать через 1,0 интервал). Поля: верхнее – 23 мм, нижнее – 22 мм, правое – 20 мм, левое – 28 мм. Название файла на электронном носителе должно соответствовать фамилии автора статьи.

Текст таблиц, подписи к рисункам набираются курсивом, 9 кеглем, через 1,0 интервал. Рисунки небольшого формата могут быть сверстаны в виде «форточек» (т. е. обтекаемые текстом). При этом расстояние между текстом и контуром рисунка должно быть равно 0,9 см. Математические, физические и химические формулы следует набирать в редакторе Microsoft Equation Editor.

### **Оформление статей**

Начало статьи:

- индекс универсальной десятичной классификации (УДК), выровненный влево;
- через один межстрочный интервал – название статьи на русском языке прописными полужирными (заглавными) буквами, без переносов, выровненное по центру;
- через один межстрочный интервал – на русском языке указываются имена, отчества (инициалы), фамилии авторов последовательно с выравниванием по центру (полужирным шрифтом, с указанием порядкового номера автора в виде индекса);

- ниже под соответствующими номерами в виде индексов указываются полные наименования организаций, где работают авторы, а также названия городов и почтовые индексы (шрифт 10, курсив, выравнивание по центру);
- ниже под соответствующими номерами в виде индексов указываются электронные адреса авторов (шрифт 10, курсив);
- через один межстрочный интервал – текст краткой аннотации ( $\approx 150$  слов) на русском языке, выровненный по ширине полосы (шрифт 10);
- через один межстрочный интервал – ключевые слова (не более 10 слов) на русском языке, выровненные по ширине полосы (шрифт 10);
- через один межстрочный интервал – информация на английском языке: выровненное по ширине название статьи прописными полужирными буквами, имена, отчества (инициалы), фамилии авторов с такими же номерами в виде индексов, как и в варианте на русском языке, а также полные названия организаций, где работают авторы, названия городов и почтовые индексы (шрифт 10);
- через один межстрочный интервал – текст краткой аннотации на английском языке, выровненный по ширине полосы (шрифт 10);
- через один межстрочный интервал – ключевые слова на английском языке, выровненные по ширине полосы (шрифт 10);
- через два межстрочных интервала – текст статьи (шрифт 11).

### Разметка статьи

Статья должна включать краткий обзор информации по данной проблеме, методы, результаты и их обсуждение, выводы и список литературы.

*Образец оформления начала статьи*

УДК 582.273

## РОД *NEODILSEA* (RHODOPHYTA: GIGARTINALES) В МОРЯХ РОССИЙСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Н.Г. Иванова<sup>1</sup>, Н.А. Силина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский, 683003;

<sup>2</sup>Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский, 683000

<sup>1</sup>e-mail: ivanovang@mail.ru

<sup>2</sup>e-mail: silina@mail.iks.ru

Приведены результаты таксономической ревизии и описания видов рода *Neodilsea*, встречающихся в альгофлоре российского Дальнего Востока. Определены продолжительность жизни и сроки размножения видов этого рода в прикамчатских водах.

**Ключевые слова:** красные водоросли, *Neodilsea*, таксономическая ревизия, биология развития, Дальний Восток.

**The genus *Neodilsea* (Rhodophyta: Gigartinales) in the Far-Eastern seas of Russia.** N.G. Ivanova<sup>1</sup>, N.A. Silina<sup>2</sup> (<sup>1</sup>Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatski, 683003; <sup>2</sup>Kamchatka Division of Pacific Institute of Geography, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatski, 683000)

Results of taxonomic revision and descriptions of *Neodilsea* species of the algal flora of the Russian Far East are presented. The lifespan and reproductive period of species of this genus in coastal waters of the Kamchatka Peninsula were determined.

**Key words:** red algae, genus *Neodilsea*, taxonomic revision, development biology, Far East.



**Рисунки**, вставленные в текст, должны правиться средствами Microsoft Word, быть четкими, обозначения и надписи читаемыми. Номер рисунка и подпись к нему печатаются ниже и выносятся отдельно от рисунка для возможности редактирования.

*Образец оформления рисунков*

Очевидно, что вид функции  $p(K1, K2)$  зависит от топологии элементов объекта диагностирования и их свойств. Если вероятности возникновения кратных дефектов невелики, функция  $p(K1, K2)$  близка к константе на всей области (рис. 3), если велика вероятность возникновения кратных дефектов, вид функции

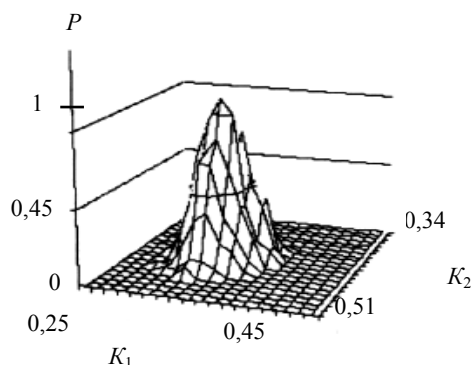


Рис. 3. Функция  $P(K1, K2)$  вероятности работоспособности трехфазового мостового выпрямителя

$p(K1, K2)$  зависит от топологии соединения элементов объекта диагностирования. Для определения области работоспособности в пространстве  $K1, K2$  в каждой его точке необходимо вычислить значение  $P$  – вероятности нахождения объекта в работоспособном состоянии, вычислив отношение значения функции  $p(K1, K2)$  к сумме значений  $p(K1, K2)$  и  $p_n(K1, K2)$ .

Определив таким образом функцию  $P(K1, K2)$  и задавшись требуемым пороговым значением величины вероятности (например,  $P > 0,95$ ), получим область работоспособности объекта в пространстве выделенных параметров  $K1, K2$ . Аналитическое решение рассматриваемой задачи не найдено, так как нахождение функций  $p(K1, K2)$  и  $p_n(K1, K2)$  в общем случае затруднено из-за высокой размерности системы уравнений, определяющих  $K1$  и  $K2$  как функции  $y_j$ .

**Все формулы** нумеруются, и на них должны быть ссылки в тексте в круглых скобках. Формулы выносятся отдельной строкой после ссылки. Номер формулы вводится в круглые скобки и выравнивается вправо.

*Образец оформления формул*

Полученные из опыта значения коэффициентов передач по каждому из каналов  $K1(y_j)$  и  $K2(y_j)$  соответственно удовлетворяют неравенствам (8):

$$\begin{aligned} -1 \leq K1(y_j) \leq 1, \\ -1 \leq K2(y_j) \leq 1. \end{aligned} \quad (8)$$

Учитывая более жесткие ограничения (1), получим систему неравенств (9):

$$\begin{aligned} K1(y_j \min) \leq K1(y_j) \leq K1(y_j \max), \\ K1(y_j \min) \leq K1(y_j) \leq K1(y_j \max). \end{aligned} \quad (9)$$

При построении семейства характеристик  $K1_j = f(K2_j)$  учет неравенств (9) приведет к ограничению изоварных кривых с обеих сторон и выделению отрезков кривых, пересекающихся в исходной рабочей точке, соответствующей номинальным значениям  $y_j^n(x)$ .

**Таблицу**, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице. Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа. При делении таблицы на части допускается заменять ее головку или боковик соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и строки первой части таблицы. Слово «Таблица» указывают один раз над первой частью таблицы курсивом, над другими частями пишут слова «Продолжение табл.» или «Окончание табл.» с указанием номера таблицы.

*Образец оформления таблиц*

В исходной флоре Авачинской губы, включающей 165 видов, превалировали массовые и поясообразующие (табл. 1).

**Соотношение массовых, часто, редко и единично встречающихся видов  
во флоре Авачинской губы в различные периоды**

| Группы видов | 1970 г.          |      | 1991 г.          |       | 1999 г.          |      |
|--------------|------------------|------|------------------|-------|------------------|------|
|              | Количество видов | %    | Количество видов | %     | Количество видов | %    |
| Массовые     | 54               | 32,7 | 35               | 22,15 | 24               | 23,3 |
| Частые       | 46               | 27,9 | 36               | 22,8  | 6                | 5,8  |
| Редкие       | 38               | 23,0 | 35               | 22,15 | 33               | 32,1 |
| Единичные    | 27               | 16,4 | 52               | 32,9  | 40               | 38,8 |
| Всего        | 165              | 100  | 158              | 100   | 103              | 100  |

За двадцатилетний период сильного загрязнения (1970–1991 гг.) видовой состав сократился незначительно.

**Литература.** Цитируемая литература приводится под заголовком **Литература** в конце текста статьи. Все ссылки нумеруются. В ссылке указываются все соавторы и их инициалы. Для иностранных авторов ссылки даются на языке оригинала.

Номера ссылок в тексте должны идти по порядку и быть заключены в квадратные скобки. Цитирование двух или более работ под одним номером или одной и той же работы под разными номерами не допускается.

По желанию автора список цитируемой литературы предоставляется не только на русском, но и на английском языках.

*Образец оформления списка литературы*

### **Литература**

1. Бюджетный кодекс Российской Федерации. – М.: Эксмо, 2009. – 320 с.
2. Аксёненко А.В. Бюджетирование, ориентирование на результат: региональный опыт внедрения // Финансы. – 2009. – № 1. – С. 20–22.
3. Гамукин И.И. Новации бюджетного процесса, ориентированного на результат: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gpir.narod.ru/ve/661936.htm>
4. Мокрый В.С. Государственное управление: реализация реформ: Учебное пособие / В.С. Мокрый, А.А. Сапожников, О.С. Семкина. – М.: КНОРУС, 2008. – 216 с.
5. Матлин А.М. Деньги и экономические решения. – М.: Дело, 2001. – 272 с.
6. Горовая О.Ю. Экологические особенности гольцов рода *Salvelinus* (*Salmoniformes: Salmonidae*) Камчатки: анализ фауны и сообществ паразитов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 2008. – 25 с.
7. Бугаев В.Ф. Многовидовой промысел лососей бассейна р. Камчатка // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы V науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 22–24 ноября 2004 г.). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2004. – С. 168–172.
8. Taylor F.J.R. Red tides, brown tides and other harmful algal blooms: the view into the 1990's // Toxic marine phytoplankton: Proc. 4<sup>th</sup> Int. Conf. – New York: Elsevier, 1990. – P. 169.
9. Biernaux J. Eutrophisation et «hypertrophisation» des eaux de surface // Ann. Gemblox. – 1979. – Vol. 85. – № 11. – P. 55–64.
10. Chalker S., Weiner E. The Oxford dictionary of English Grammar. – Oxford; New York, 1998. – 448 p.

Издание зарегистрировано в Управлении Федеральной службы по надзору в сфере связи  
и массовых коммуникаций по Камчатскому краю  
ПИ № ТУ 14-00048 от 21 ноября 2008 г.

Главный редактор А.Я. Исаков  
Научный редактор Н.Г. Ключкова

Редактор О.В. Ольхина  
Технический редактор Е.Е. Бабух  
Верстка, оригинал-макет Е.Е. Бабух

Адрес редакции:

683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35  
Тел. (4152) 300–953. Факс (4152) 424–538  
E-mail: kamchatgtu@kamchatgtu.ru

Подписано в печать 28.03.2011 г.  
Формат 60\*84/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman  
Авт. л. 12,56. Уч.-изд. л. 13,15. Усл. печ. л. 13,71  
Тираж 500 экз. Заказ № 32

Отпечатано участком оперативной полиграфии издательства  
ФГОУ ВПО «Камчатский государственный технический университет»