



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет
The Far Eastern State Technical Fisheries University

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

Scientific Journal of DALRYBVTUZ Vol. 29

Том

29

Адрес: Россия, 690087, Владивосток, ул. Луговая, 526

Телефон/факс: (4232)44-11-76

e-mail: nauch-tr@dgtru.ru

сайт: <http://nauch-tr.dgtru.ru>

2013

Редакционная коллегия:

Главный редактор – Г.Н. Ким, доктор технических наук, профессор, ректор

Научный редактор – В.Д. Богданов, доктор технических наук, профессор

В.В. Плотников, доктор географических наук,
профессор ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз»;

В.Н. Казаченко, доктор биологических наук,
профессор ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз»;

О.Н. Кручинин, доктор технических наук,
ведущий научный сотрудник ГУП «ТИНРО-Центр»;

А.Н. Соболенко, доктор технических наук,
профессор ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз»;

Г.П. Кича, доктор технических наук,
профессор ФГОУ ВПО «МГУ им. Г.И. Невельского»;

Б.И. Руднев, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз»;

Э.Н. Ким, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз»;

Т.Н. Слуцкая, доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник ГУП «ТИНРО-Центр»;

В.И. Погонец, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз»;

С.А. Бредихин, доктор технических наук, профессор ГОУ ВПО «МГУПБ»;

Д.К. Шевченко, доктор экономических наук,
профессор ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз»;

А.В. Степанец, доктор технических наук, академик,
профессор ФГОУ ВПО «МГУ им. Г.И. Невельского».

Технический секретарь – Е.Ю. Образцова

ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ

УДК 594.117+639.3.06

Т.Е. Буторина, К.С. Вязникова, С.А. Липатникова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА, БИОМАССЫ И ПЛОТНОСТИ ПОСЕЛЕНИЯ ОБРАСТАНИЯ САДКОВ ПРИМОРСКОГО ГРЕБЕШКА В БУХТЕ СЕВЕРНОЙ

*На основе оригинальных исследований с июня по сентябрь 2012 г. приводятся данные о сукцессионных изменениях состава и динамике биомассы обрастания садков приморского гребешка в б. Северной. К доминантам относятся гидроиды *Obelia longissima* и *Bougainvillia ramosa*, двустворчатые моллюски *Hiatella orientalis*, гибриды *Mytilus galloprovincialis* x *M. trossulus*, ракообразные семейств *Balanidae* и *Caprellidae*.*

Ключевые слова: обрастание, бухта Северная, приморский гребешок, *Obelia longissima*, *Bougainvillia ramosa*, *Hiatella orientalis*, гибрид *Mytilus galloprovincialis* x *M. trossulus*, *Balanidae*, *Caprellidae*.

T.E. Boutorina, K.S. Vyasnikova, S.A. Lipatnikova

CHANGINGS IN COMPOSITION, BIOMASS AND DENSITY OF FOULINGS ON THE STEWS OF JAPANESE SCALLOP IN SEVERNAYA BAY

*Based on the results of original researches from June to September 2012 data on the successional changings in composition and on dynamics of biomass of fouling on the stews of Japanese scallop in Severnaya bay were received. Dominants are hydroids *Obelia longissima* and *Bougainvillia ramosa*, bivalvia *Hiatella orientalis*, hybrids *Mytilus galloprovincialis* x *M. trossulus*, barnacles *Balanidae* and ghost shrimps *Caprellidae*.*

Key words: fouling, Severnaya bay, Japanese scallop, *Obelia longissima*, *Bougainvillia ramosa*, *Hiatella orientalis*, hybrid between *Mytilus galloprovincialis* and *M. trossulus*, *Balanidae*, *Caprellidae*.

Введение

Установки марикультуры на морском шельфе служат удобным субстратом для оседания многочисленных планктонных личинок морских организмов. Поэтому обрастание – одна из главных проблем при культивировании двустворчатых моллюсков [1]. Для борьбы с этим явлением необходимо регулярно производить очистку садков и пересадку культивируемых моллюсков. Сильное обрастание увеличивает общий вес конструкций, снижает их устойчивость к штормам, повышает производственные затраты. Гидробионты-обрастатели конкурируют с культивируемыми беспозвоночными и усугубляют проблему загрязнения используемой акватории, так как фекалии и псевдофекалии моллюсков скапливаются под плантациями, стимулируют процессы сероводородного брожения с последующим заражением дна и подъемом сероводорода к плантациям объектов разведения [1]. Растворенные метаболиты беспозвоночных вызывают эвтрофикацию акватории, загрязнение водной среды снижает общую урожайность культивируемых организмов. Решение этих проблем становится все более важным и актуальным в настоящее время.

Изучение обрастаний позволяет выявить время оседания на субстрат личинок разных видов, периоды наибольшего развития и смены сообществ обрастания, не допустить нарушений в работе хозяйств марикультуры и избежать экономических потерь.

В макрообрастании садков, коллекторов и на раковинах разводимого приморского гребешка в б. Северной обнаружены разнообразные гидробионты [2, 3]. Это в первую очередь колонии гидроидных полипов *Obelia longissima* (Pallas, 1766) и *Bougainvillia ramosa* (Van Beneden, 1844). С.Ф. Чаплыгина [4, 5] отмечает в б. Северной еще один вид гидроидов *Clytia languida* (A. Agassiz, 1862), не встреченный в наших пробах, по-видимому, из-за того, что он обитает на глубинах 7-10 и более метров. На колониях гидроидов в массе встречались морские козочки *Caprella bispinosa* Mayer, 1890, *C. danilewskii* Tschernjavskii, 1868 и *C. eximia* Mayer, 1890. В обрастаниях садков гребешка найдены амфиподы *Jassa marmorata* Holmes, 1903, брюхоногие моллюски *Epheria turitta* (A. Adams, 1861), двустворчатые моллюски *Mytilus trossulus* Gould, 1850 и их гибриды с *M. galloprovincialis* Lamarck, 1819, *Hiatella orientalis* (Yokoyama, 1920), изоподы *Cymodoce acuta* Richardson, 1907 и *Holotelson tuberculatus* Richardson, 1909, полихеты *Harmothoe imbricata* (Linnaeus, 1767) и *Nereis cf. pelagica* Linnaeus, 1758, молодь амурской морской звезды *Asterias amurensis* Lütken, 1871, офиур *Ophiura sarsi* Lutken, 1855 и *Amphipholis kochii* Lutken, 1872 и травяной креветки *Pandalus latirostris* Rathbun, 1902, одиночный коралл *Cnidopus japonicus* (Verrill, 1868). В подвесной культуре приморского гребешка в б. Северной отмечены усоногие ракообразные: *Amphibalanus improvisus* (Darwin, 1854), *Balanus crenatus* Bruguiere, 1789, *B. rostratus* Hoek, 1883 и *Hesperibalanus hesperius* (Pilsbry, 1916) [3, 6].

В настоящей работе поставлены задачи изучить состав, биомассу и плотность поселений гидробионтов в обрастаниях садков для подвесного выращивания приморского гребешка в б. Северной. Для этого в период с 20 июня по 13 сентября 2012 г. собраны пробы обрастаний с верхней, средней и нижней частей карманных садков для выращивания приморского гребешка высотой 1 м и диаметром 40 см [7], установленных на глубине 4 м, с одной и той же площади 0,09 м² (30×30 см). Биомассу гидробионтов рассчитывали в г/м², плотность поселения – в экз./дм². Для идентификации гидробионтов была использована справочная литература [8-12] и консультации специалистов Института биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН М.Б. Ивановой, Н.К. Колотухиной, Г.А. Евсеева (двустворчатые моллюски), В.В. Гульбина, (брюхоногие моллюски), С.Ф. Чаплыгиной (гидроиды), И.И. Овсянниковой (усоногие ракообразные), М.И. Некрасовой (полихеты), Н.Л. Демченко (амфиподы). Сообщества обрастания выделяли по наличию доминирующего по биомассе вида.

Результаты исследования

В исследованных пробах преобладали *Obelia longissima*, *Bougainvillia ramosa*, *Caprellidae* (*Caprella bispinosa*, *C. danilewskii*, *C. eximia*), в обрастаниях садков многочисленными были *Hiatella orientalis*, гибрид *Mytilus galloprovincialis* × *M. trossulus*, *Balanus crenatus*, *Amphibalanus improvisus*, присутствовала *Jassa marmorata*. По числу видов доминировали ракообразные – морские козочки и морские желуди.

Общая биомасса гидробионтов в обрастании садков приморского гребешка с июня по август существенно не увеличивалась. При этом в нижней части садков биомасса достигала наибольшего значения и нарастала быстрее, чем в верхней и средней частях. Однако в сентябре общая биомасса обрастания возросла на порядок по сравнению с показателями июня-августа, суммарно составляя 4,4 кг/м² (табл. 1).

Анализ состава (рис. 1) и биомассы обрастания садков гребешка в разные месяцы (табл. 2) показывает, что к 20 июня уже сформировалось гидроидное сообщество *Obelia longissima*, при этом биомасса доминантного вида составляла более 90 % суммарной биомассы обрастания. Оседание личинок обелии на субстрат в б. Северной начинается в первой половине мая [4], поэтому пионерное гидроидное сообщество обрастания садков гребешка представлено *O. longissima* и капреллидами [13, наши данные].

Таблица 1
Изменения биомассы (г/м²) обрастания садков в б. Северной в 2012 г.

Table 1
Changings in biomass (g/m²) of foulings on the stews in Severnaya bay in 2012

Месяц	Верх садка	Середина садка	Низ садка	Биомасса
Июнь	100,6	73,3	130,3	304,2
Август	90,2	91,5	239,6	421,3
Сентябрь	1118,4	1912,9	1332,4	4363,7

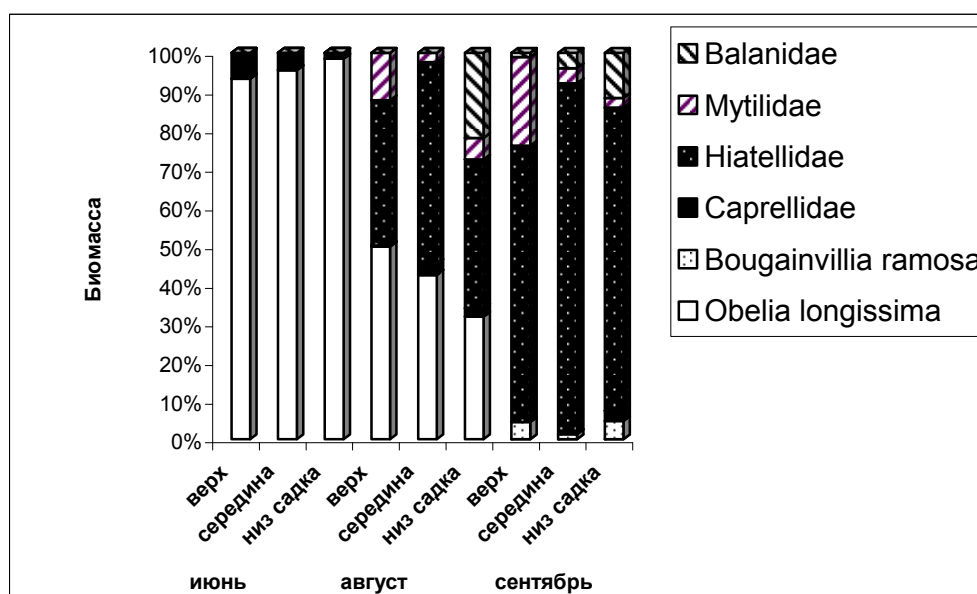


Рис. 1. Состав обрастания садков приморского гребешка в б. Северной в 2012 г.
Fig. 1. Composition of foulings on the stews of Japanese scallop in Severnaya bay in 2012

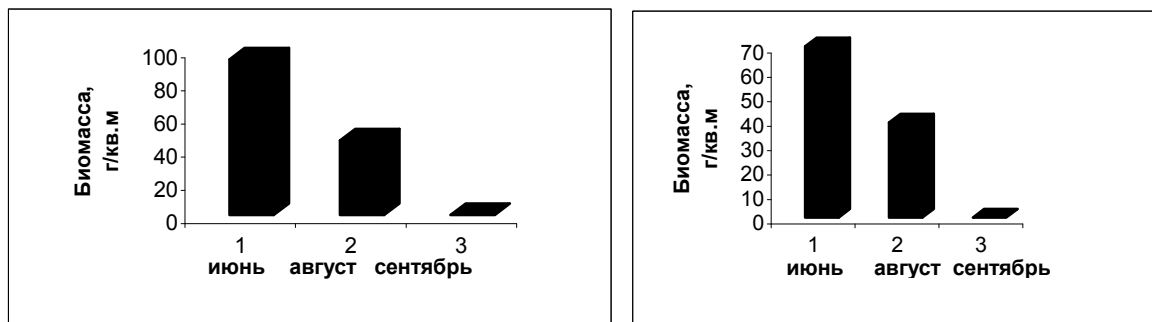
Таблица 2
Динамика биомассы (г/м²) обрастания садков гребешка в б. Северной в 2012 г.

Table 2
Dynamics of biomass of fouling on the stews of Japanese scallop in 2012

Таксоны	Июнь	Август	Сентябрь
<i>Obelia longissima</i>	292,2	159,9	0
<i>Bougainvillia ramosa</i>	0	0	137,8
Caprellidae	12,0	8,1	36,4
<i>Hiatella orientalis</i>	0	173,9	3581,1
Mytilidae	0	26,6	364,0
Balanidae	0	52,8	244,4

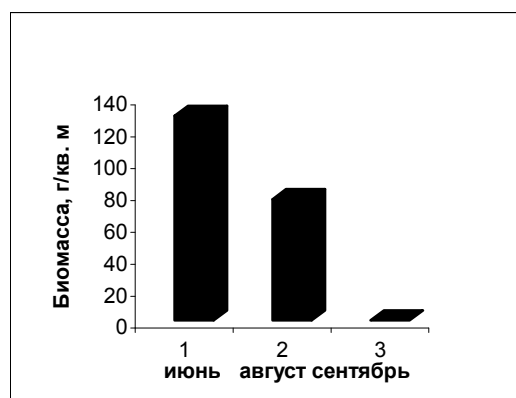
В июньских пробах биомасса *Obelia longissima* составляла от 70,0 до 128,3 г/м² (рис. 2, а, б), достигая максимального значения в нижней части садков, при этом различия между верхней и нижней частями садка по биомассе гидроидов были незначительными и составляли 34,4 г/м². Положение субдоминантов (или характерных видов) занимали капреллиды (см. рис. 1), связанные с кишечнополостными отношениями «хищник-жертва» [4], хотя их биомасса составляла от 2,0 до 6,7 г/м², значительно уступая таковой гидроидов. В июньских пробах капреллиды постоянно встречались на колониях *O. longissima*, их био-

масса была наибольшей в верхней части садков (рис. 3). Среди этих ракообразных наиболее многочисленными были *Caprella bispinosa* (плотность поселения 8,9 экз./дм²) и *C. eximia* (6,7 экз./дм²), минимальную плотность поселения 4,4 экз./дм² имела *C. danilevskii*.



а. Верхняя часть садков
a. The upper part of the stews

б. Средняя часть садков
б. The middle part of the stews



в. Нижняя часть садков
v. The lower part of the stews

Рис. 2. Средняя биомасса *Obelia longissima* в обрастании садков гребешка в 2012 г.
Fig. 2. The average biomass of *Obelia longissima* in fouling on the stews of scallop in 2012

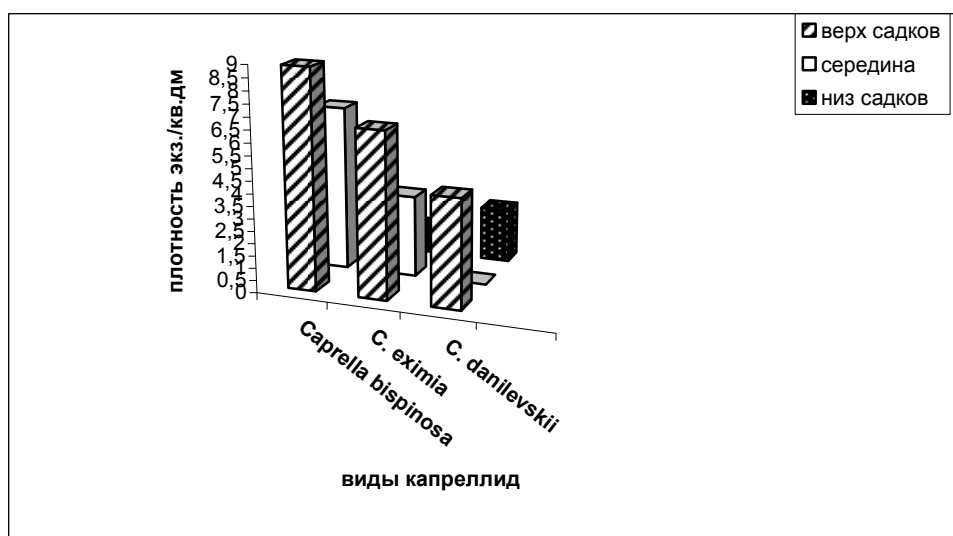


Рис. 3. Плотность поселения и распределение капреллид в июне 2012 г.
Fig. 3. The density of settling and distribution of Caprellidae in June 2012

В августе состав обрастания садков становится более разнообразным. Кроме обелии и капреллид, здесь отмечены *Hiatella orientalis*, молодь мидий, среди которой преобладают гибриды восточной и тихоокеанской мидий и усонogie ракообразные (см. рис. 1). В августовских пробах при максимальных показателях температуры воды (рис. 4) биомасса *O. longissima* существенно уменьшилась (см. рис. 1, 2, а, б): она снизилась вдвое в верхней части садков и составила 45,0 г/м² и еще заметнее (до 38,9 г/м²) – в средней части (см. рис. 2, а, б). Биомасса гидроидов остается наибольшей на нижней поверхности садков (76,0 г/м²), достигая минимального значения, отмеченного в июньских пробах.

В то же время *Hiatella orientalis* начинает преобладать в обрастании над *O. longissima* по биомассе, особенно в средней и нижней частях садков (см. рис. 1). Плотность поселения и биомасса этих моллюсков возрастают от верхнего горизонта садков к нижнему. Так, в верхней части биомасса составила 33,9 г/м², а плотность поселения – 20 экз./дм², в нижней она достигла 92,2 г/м² при плотности 53,3 экз./дм² (рис. 7, 10).

Биомасса мидий составляла от 2,2 до 13,3 г/м² в разных частях садка, плотность поселения – 13,3-27,8 экз./дм², максимальная плотность поселения молоди зарегистрирована в верхней части садков (см. рис. 1, 10). Показатели суммарной биомассы капреллид в августе остались приблизительно на прежнем уровне (рис. 5), но плотность их поселений в средней и нижней частях садков возросла до 21,1 и 36,7 экз./дм² соответственно (рис. 8, 9), в первую очередь это относится к *Caprella danilewskii*. Плотность поселения усоногих ракообразных *Balanidae*, обнаруженных только в нижней части садков (см. рис. 1), сопоставима с таковой капреллид – 37,8 экз./дм² при биомассе 52,8 г/м². Отмеченные изменения связаны с размножением и оседанием личинок ракообразных на садках и ростом их доли в биомассе обрастания.

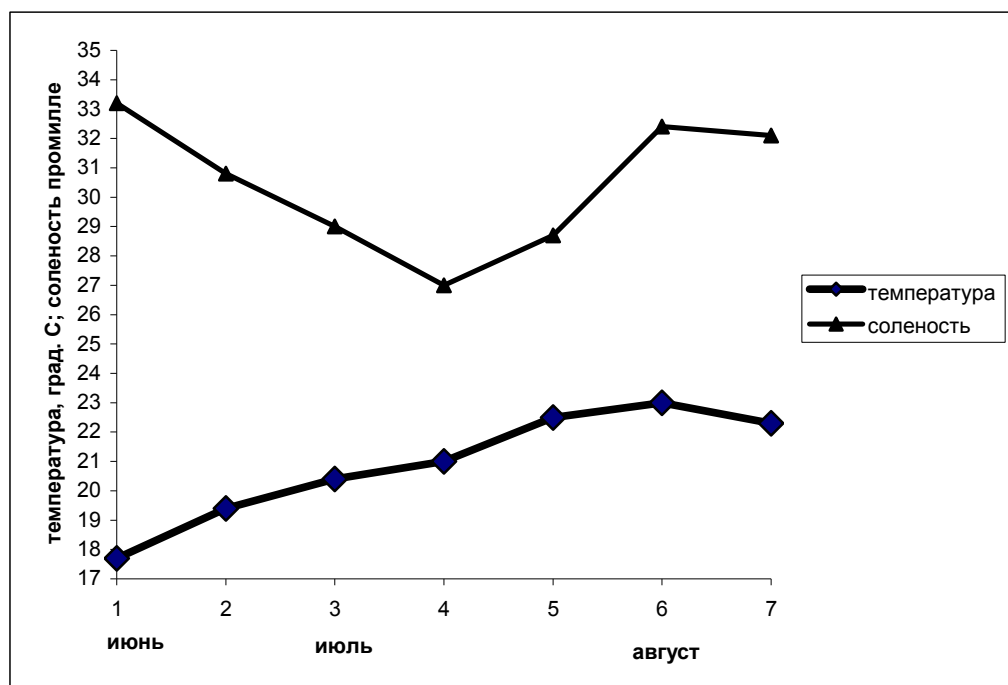


Рис. 4. Температура и соленость воды в б. Северной в 2012 г.
Fig. 4. The temperature and salinity of water in Severnaya bay in 2012

Таким образом, в августе в обрастании садков по всей поверхности можно выделить два доминирующих вида *Obelia longissima* и *Hiatella orientalis*. Однако характер изменения их биомассы различен: если биомасса первого вида снижается практически вдвое по срав-

нению с июнем (до 31,7-49,9 % от суммарной биомассы обрастания в разных частях садков), то биомасса моллюсков, напротив, увеличивается (рис. 1, 6, 7). Обелия становится в августе субдоминантным видом в средней и нижней частях садков, уступая по биомассе хиателле, хотя она еще составляет от 38,9 до 76,0 г/м² (см. рис. 2, б, в).

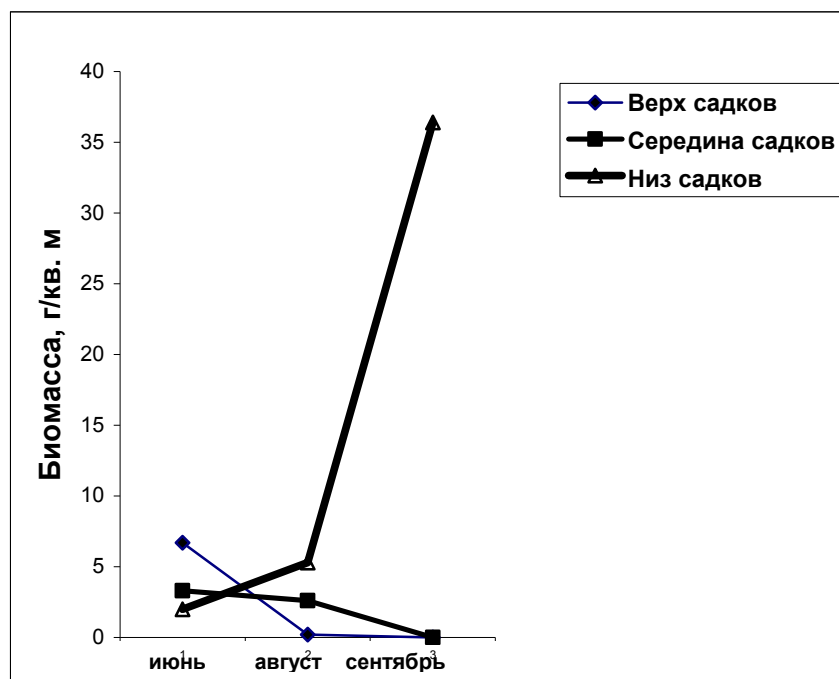


Рис. 5. Биомасса капреллид на разных участках садков гребешка в 2012 г.

Fig. 5. The biomass of Caprellidae on different parts of foulings of Japanese scallop in 2012

В сентябре в обрастании доминировала только *Hiatella orientalis*, биомасса которой составляла от 71,5 до 90,8 % от суммарной биомассы обрастаний садков (рис. 1, 6, 7). К субдоминантам можно отнести мидий (в верхней части садков) и усоногих ракообразных (в нижней части садков). В осенний период росла биомасса бугенвиллии, которая в первую декаду сентября составляла 4,5-4,7 % от общей биомассы обрастаний садков в верхней и нижней частях, но в течение этого месяца ее биомасса существенно увеличивается. Мы можем судить об этом на основании наших наблюдений в конце сентября 2011 г. При изучении качественного состава обрастаний садков гребешка мы находили лишь отдельные колонии обелии с деградирующими стволиками без гидротек с редкими ветками и многочисленные колонии *Bougainvillia ramosa* с медузоидными почками [3].

Bougainvillia ramosa отмечена в обрастании садков только в сентябре (рис. 6, 7), причем максимальной биомассы она достигает в их нижней части. Там же концентрируются и капреллиды (рис. 8, 9). В это время обелия уже практически исчезает из обрастаний (рис. 2, 6, 7), и морские козочки переходят на питание бугенвиллией, биомасса которой в течение осени продолжает увеличиваться [3].

Все виды капреллид в сентябре концентрировались в нижней части садков (рис. 8, 9) и имели наибольшую биомассу (осенний пик размножения) (36,7 г/м²), как и их «кормовой» объект *Bougainvillia ramosa*. Плотность поселения ракообразных в августе-сентябре также возрастала (рис. 8-10). Можно проследить постепенный переход капреллид от верхнего горизонта садков в июне в период начала размножения к средней и нижней частям в августе-сентябре по мере роста ракообразных, увеличения их биомассы и развития на садках *B. ramosa*.

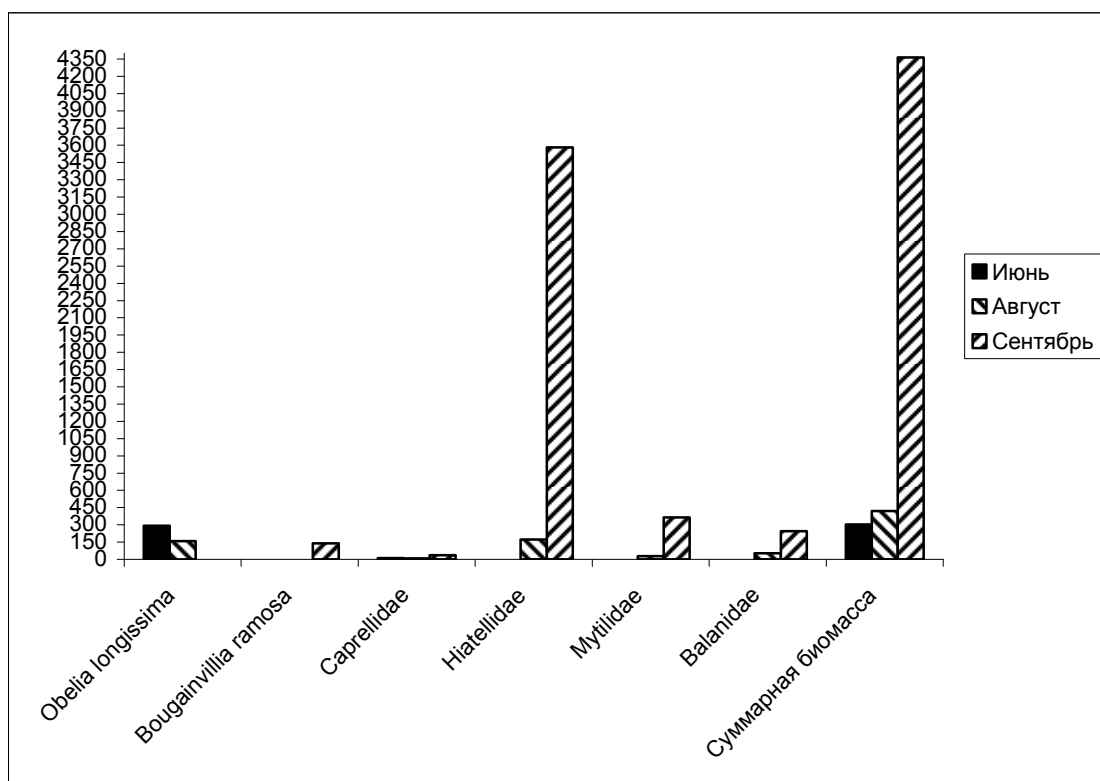


Рис. 6. Состав обрастания садков гребешка в б. Северной в июне-сентябре 2012 г.
 Fig. 6. The composition of fouling on the stews of Japanese scallop in Severnaya bay in 2012 June-September

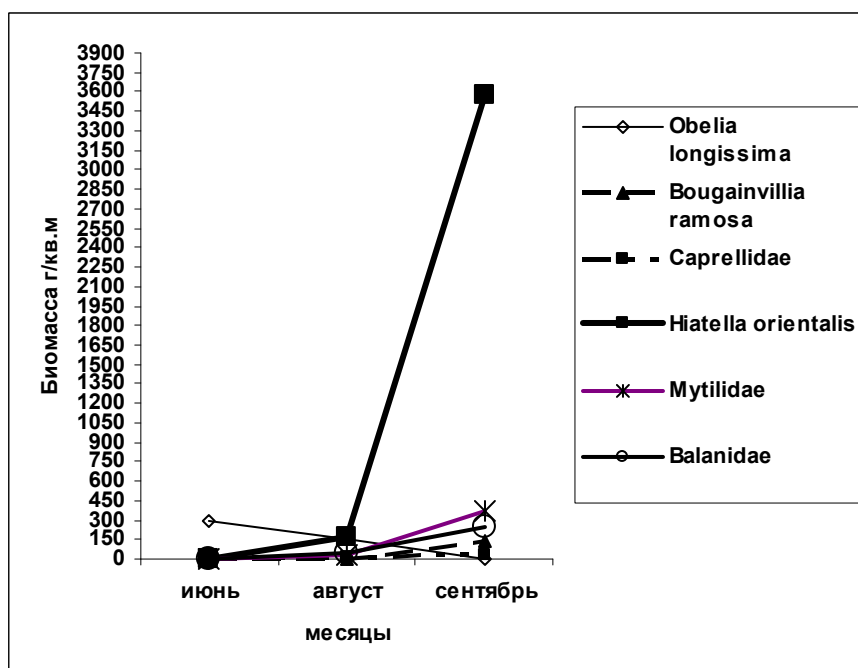


Рис. 7. Биомасса обрастания садков приморского гребешка в б. Северной в 2012 г.
 Fig. 7. The biomass of fouling on the stews of Japanese scallop in Severnaya bay in 2012

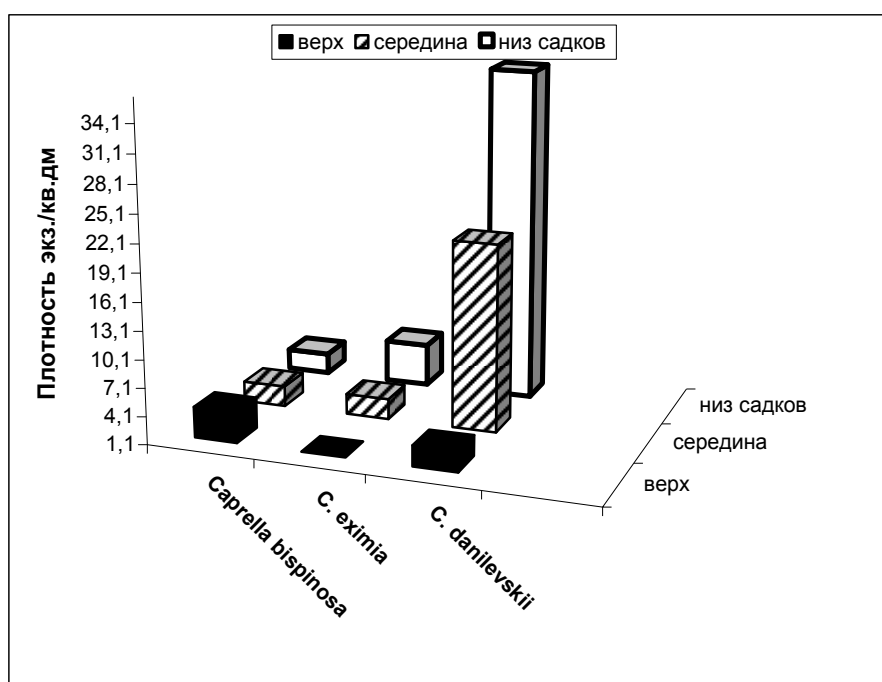


Рис. 8. Плотность поселения и распределение капреллид в августе 2012 г.
 Fig. 8. The density of settling and distribution of Caprellidae in August 2012

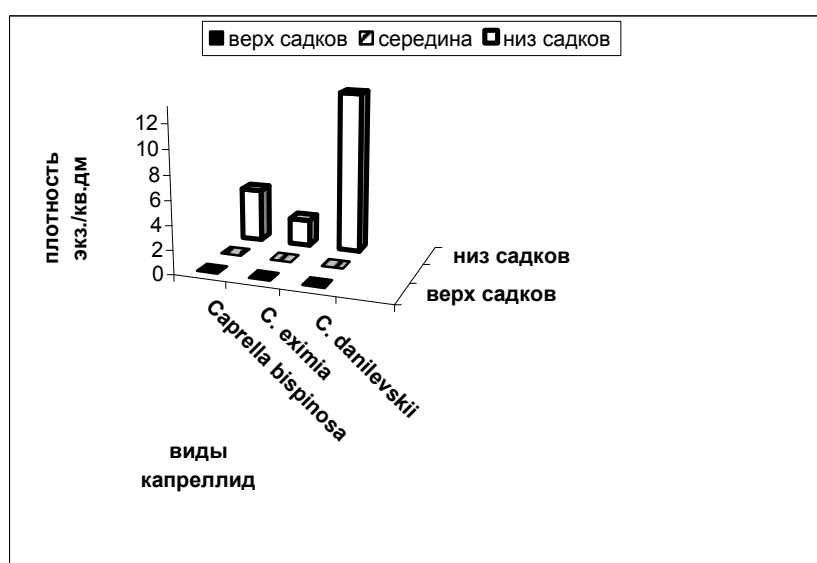


Рис. 9. Плотность поселения и распределение капреллид в сентябре 2012 г.
 Fig. 9. The density of settling and distribution of Caprellidae in September 2012

Таким образом, происходит смена стадий сукцессии сообществ обрастания в течение лета – начала осени, что связано с массовым оседанием личинок разных видов гидробионтов в разное время: планулы холодолюбивой обелии оседают в весенне-летний период (май-июль), личинки двустворчатых моллюсков и капреллиды – в разгар лета (июль-сентябрь), планулы теплолюбивой бугенвиллии – осенью (в сентябре-октябре).

Изучение плотности поселения гидробионтов обрастания (рис. 10) подтверждает результаты, полученные при сравнении их биомассы. В августе и особенно в сентябре

плотность поселения двустворчатых моллюсков на садках быстро увеличивается. При этом *Hiatella orientalis* имела самую высокую плотность поселения по всей поверхности садков (от 400 до 866,7 экз./дм²), но особенно в нижней части, а мидии – в верхнем горизонте (141,1 экз./дм²). Одновременно на этих же частях садков быстро растут поселения морских желудей, плотность их поселения также имела максимальные значения в августе-сентябре: *Balanus rostratus* – 37,8 и 54,4 экз./дм² на нижних участках садков, *Amphibalanus improvisus* – 33,3-40,0 экз./дм² в средней и нижней частях соответственно. Плотность поселения *Balanus crenatus* не превышала 10 экз./дм².

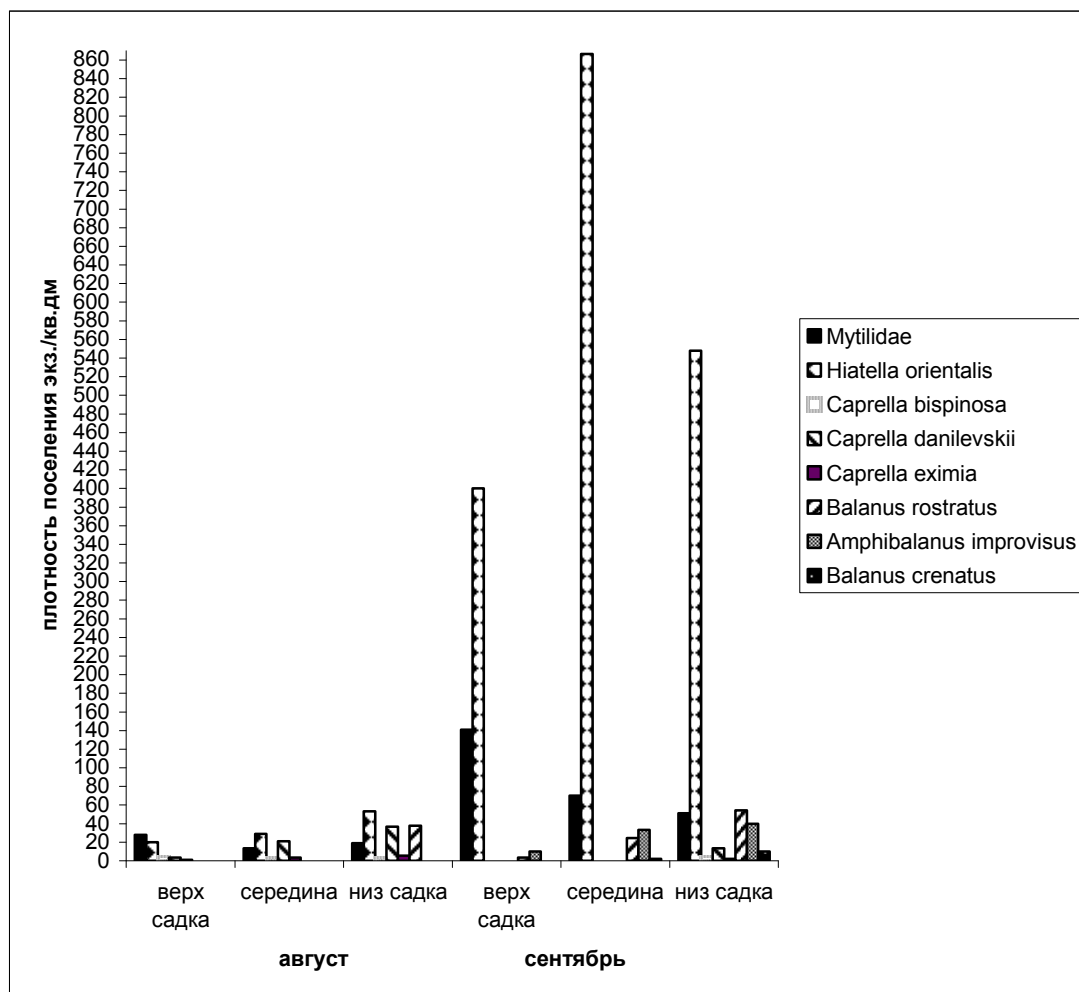


Рис. 10. Плотность обрастания на разных участках садков гребешка в 2012 г.
Fig. 10. The density of fouling on the different parts of the stews of scallop in 2012

Обсуждение

В работе прослежено развитие обрастания садков для подрачивания молоди приморского гребешка, которые находились в эксплуатации от 8 месяцев до года. В б. Северной мы наблюдали известное для Японского моря явление смены доминантов на стадии гидродного сообщества: в сентябре-октябре массового развития достигает теплолюбивый вид *Bougainvillia ramosa*, а колонии холодолюбивого вида *Obelia longissima* при повышении температуры воды прекращают вегетацию и деградируют, хотя полностью не отмирают [4, наши данные]. В северных морях, как отмечает С.Ф. Чаплыгина [4], обелия встречается в течение всего года, а *B. ramosa* отсутствует.

В августе-сентябре происходит переход на следующую стадию сукцессии, ведущее значение по биомассе в обрастании садков приобретают двустворчатые моллюски: доминантом становится *Hiatella orientalis*, увеличивается биомасса митилид и усоногих ракообразных. В июле-августе складывается многовидовое сообщество, представленное группировкой *H. orientalis* + Mutilidae + Balanidae + *O. longissima*, а в сентябре – группировкой с полным доминированием хиателлы восточной.

В многолетних обрастаниях садков гребешка мидия, как правило, замещает хиателлу. Такой ход сукцессии типичен для сообществ обрастания гидробиотехнических сооружений по выращиванию приморского гребешка [1, 14, 15]. Однако в б. Северной зрелое мидиевое сообщество на садках не успевает сформироваться в связи с прерыванием его естественного развития, так как срок непрерывного использования садков составляет не более 11-12 месяцев.

Другая картина наблюдалась в это же время на коллекторах с молодью гребешка, которые находились на глубине 8 м и более (гирлянды коллекторов имели длину до 6 м) и ближе к центральной части бухты. В первой декаде сентября 2012 г. здесь по биомассе преобладали мидии, а по численности – мидии и капреллиды, помимо более редких изопод, полихет и молоди морских звезд. На коллекторах хиателла не отмечалась, и не было конкуренции между двустворчатыми моллюсками, поэтому формировалось мидиевое сообщество. При пересадке молоди гребешков из коллекторов в садки и удалении коллекторов из акватории это незрелое мидиевое сообщество прекращает свое существование.

Большой интерес представляет также изучение взаимоотношений между личинками гидробионтов обрастания садков гребешка при их оседании. Личинки *Hiatella orientalis* обладают выраженной способностью вытеснять другие виды обрастателей, благодаря своей высокой численности они оказываются более конкурентноспособными. Морские желуди были найдены нами в августе в пробах, взятых из нижней части садков, когда биомасса *O. longissima* значительно сократилась, а *B. ramosa* еще не отмечалась в обрастании. Именно в этот период биомасса усоногих ракообразных в обрастании была максимальной. В сентябре, когда обелия уже практически отсутствовала в пробах (или была малочисленной с деградирующими колониями), биомасса усоногих ракообразных быстро увеличивалась. Эти данные указывают на то, что оседание планул *O. longissima* и рост колоний, по-видимому, препятствуют оседанию на субстрат личинок усоногих ракообразных, в частности, *Amphibalanus improvisus* и *Balanus crenatus*, личинки которых присутствуют в планктоне уже с июня и достигают первого пика плотности в июле-августе и июне соответственно [16, 17]. Вопросы, связанные с изучением взаимоотношений организмов обрастания как на стадии личинок, так и половозрелых организмов требуют дальнейшего исследования.

Список литературы

1. Масленников С.И. Обрастание установок марикультуры приморского гребешка в заливе Петра Великого (Японское море): дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 1996. – 206 с.
2. Буторина Т.Е., Вязникова К.С. О симбионтах и паразитах беспозвоночных бухты Северной (Славянский залив) // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы Междунар. науч.-техн. конф. Ч. 1. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. – С. 125-128.
3. Буторина Т.Е., Вязникова К.С., Липатникова С.А. Гидроидные полипы и ракообразные в сообществе обрастаний садков приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в бухте Северной (Славянский залив) // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы II Междунар. науч.-техн. конф. Ч. 1. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – С. 165-169.

4. Чаплыгина С.Ф. Гидроиды в обрастании установок марикультуры в заливе Петра Великого Японского моря // БиолОморя. – 1993. – № 2. – С. 29-36.
5. Чаплыгина С.Ф. Гидроидные полипы (Cnidaria, Hydrozoa) в обрастании // Каталог фауны обрастания в Мировом океане. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – С. 23-53.
6. Овсянникова И.И. Распределение усонюгих раков на раковинах приморского гребешка при выращивании в подвесной культуре // БиолОморя. – 1989. – № 4. – С. 71-76.
7. Лескова С.Е., Калинина Г.Г., Масленников С.И. Гидробиотехнические сооружения, применяемые в марикультуре для выращивания беспозвоночных гидробионтов и макрородослей. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2009. – 23 с.
8. Биота российских вод Японского моря. Капреллиды (морские козочки) / С.В. Василенко; под ред. А.В. Адрианова. - Владивосток: Дальнаука, 2006. – Т. 4. – 200 с.
9. Наумов Д.В. Гидроиды и гидромедузы. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – С. 165-626.
10. Животные и растения залива Петра Великого. – Л.: Наука, 1976. – 363 с.
11. Биота российских вод Японского моря. Свободноживущие усонюгие ракообразные и фасетотекты / О.П. Полтаруха, О.М. Корн, Е.А. Пономаренко; под ред. А.В. Адрианова. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – Т. 5.– 154 с.
12. Ivanova M.B., Lutaenko K.A. On the distribution of *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 (Bivalvia, Mytilidae) in Russian Far Eastern seas // Bull. Inst. Malac. Tokyo. – 1998. – Vol. 3, № 5. – P. 67-71.
13. Масленников С.И., Кашин И.А., Фадеев В.И. Динамика обрастания выростных элементов гидробиотехнических установок в б. Северная (Амурский залив) // Тез. докл. всесоюз. конф. по биоповреждениям. – Донецк, 1987. – С. 262-263.
14. Кашин И.А., Масленников С.И. Обрастание сооружений для выращивания приморского гребешка // Биол. моря. – 1993. – № 4. – С. 90-97.
15. Звягинцев А.Ю. Морское обрастание в северо-западной части Тихого океана. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 432 с.
16. Корн О.М. Многолетние изменения видового состава и численности личинок усонюгих раков в бухте Алексева острова Попова Японского моря // Биол. моря. – 1994. – Т. 20, № 2. – С. 100-106.
17. Звягинцев А.Ю., Корн О.М., Куликова В.А. Сезонная динамика пелагических личинок и оседание организмов-обрастателей в условиях термального загрязнения // Биол. моря. – 2004. – Т. 30, № 4. – С. 296-307.

Сведения об авторах: Буторина Тамара Евгеньевна, доктор биологических наук, профессор, e-mail: boutorina@mail.ru;
Вязникова Ксения Сергеевна, e-mail: vyalochka@mail.ru;
Липатникова Софья Александровна, студентка.

УДК 639.34 + 628.93/.95

Л.В. КучеренкоДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ОСОБЕННОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ АКВАРИУМОВ**

Рассмотрены вопросы экологического и эстетического значения аквариумистики для человека, воздействия естественного и искусственного освещения на обитателей аквариумов: гидробионтов и водных растений. Дана информация о становлении и развитии аквариумистики в мире и в России. Приведены результаты оценки технических характеристик различных источников освещения аквариума, особенностей спектров излучения и действия люминесцентных ламп. Представлены результаты мониторинга ассортимента люминесцентных ламп в зоомагазинах Владивостока, выявлены предпочтения покупателей люминесцентных ламп различных производителей и выбор их размеров, мощности и стоимости. Наиболее востребованными у покупателей были люминесцентные лампы, изготовленные в Китае. Оптимальное соотношение цены и качества были у люминесцентных ламп размера 60-90 см, мощностью 20-40 Вт и стоимостью до 600 рублей.

Ключевые слова: аквариум, осветительная техника, люминесцентная лампа, потребительские предпочтения.

L.V. Kucherenko**FEATURES AQUARIUM LIGHTING**

In this paper the issues of aquaristics environmental and aesthetic importance for a human being, the influence of natural and artificial lighting upon the aquarium inhabitant: hydrobionts and aquatic plants are considered. The author presents the material about the aquaristics formation and development in the world and in Russia. Technical characteristics evaluation results of aquarium different lighting sources, the peculiarities of spectra emission and fluorescent lamps influence. The author gives the results of fluorescent lamps assortment monitoring in Vladivostok pet shops; ascertain the fluorescent lamps consumer preferences of different manufacturers and their choice according to the size, power and price. The fluorescent lamps the most sought after were the chansons. The lamps of 60-90 sm size, the power of 20-40 W, cost up to 600 rubles, have the optimum ratio of the price and quality.

Keywords: aquarium, lighting technology, fluorescent lamp, consumer preferences.

Введение

Аквариумистика – это прекрасная форма проведения досуга. Даже кратковременный отдых возле аквариума позволяет полностью восстановить работоспособность усталого человека. Наблюдение за обитателями аквариума снимает стресс, дает колоссальную успокоительную силу. Наличие аквариума в помещении побуждает человека к творчеству, активизирует работу отделов головного мозга, которые редко используются. Психологи утверждают, что аквариум благотворно влияет на состояние здоровья человека, способствует развитию гуманитарно-ориентированной интеллигентной личности [1].

В настоящее время аквариум приобрел популярность у людей разных возрастов и занятий. Увеличение аквариумом стало массовым явлением среди любителей живой природы [2, 3]. Становление аквариумистики в ее современном понимании произошло в Европе и США в середине XIX в. Первый аквариум был создан в 1841 г. английским ученым-натуралистом Ф.Г. Госсее. В 1953 г. аквариум был запатентован. В этом же году был открыт первый в мире аквариум в лондонском Риджент-парке, а затем публичные аквариумы появились в Париже, Берлине и Неаполе. С этого времени современный аквариум ведет свою историю.

Первые аквариумы в России были изготовлены в 1856 г. А.И. Гамбургером. Предреволюционный период в России с его экономическим подъемом стал временем расцвета аквариумистики.

Новая власть, две мировые войны, катаклизмы первой половины XX в. не снизили интереса к аквариумистике и темпов ее развития. Современная аквариумистика наиболее интенсивно стала развиваться с конца 50-х гг. Новый всплеск интереса к аквариумистике произошел в 1980-е гг., когда активно начал действовать в Москве городской клуб аквариумистов им. Н.Ф. Золотницкого, а также образовалось Всесоюзное объединение клубов аквариумистов и террариумистов.

В начале 1980-х гг. падение уровня жизни в России нанесло значительный урон отечественной аквариумистике: исчезла часть видов животных и растений, практически перестали работать клубы, заметно снизилось число аквариумистов.

По мере стабилизации экономического положения в России расширились возможности международных контактов, начался новый этап в развитии аквариумистики [4].

В нашей стране и за рубежом существуют многочисленные общества любителей аквариумных рыб. Аквариумистика представляет собой целый пласт человеческой культуры, пронизывающий множество смежных областей творчества людей всего земного шара.

Известно более 30000 видов декоративных рыб, из них только 1500 видов, которые можно содержать в аквариуме, но наиболее широко известны только 500 видов. Их обычно называют «тропическими рыбками», потому что когда-то они были привезены из тропических областей.

Для того чтобы наслаждаться видом живых растений и красивой окраской рыб, нужно подобрать правильное освещение [5,6].

Объекты и методы исследования

В настоящей работе было проведено исследование возможностей воздействия светового излучения на живые организмы и растения в аквариумах, проанализированы технические характеристики осветительной техники, изучен ассортимент светотехники в зоомагазинах Владивостока, дана сравнительная оценка различных показателей люминесцентных ламп и потребительских предпочтений любителей аквариумов методом социологического опроса.

Результаты и их обсуждение

Правильный световой режим – одна из основ успеха культивирования водных обитателей в аквариуме. Большинство водных растений имеют яркую окраску зеленого цвета. При недостаточном освещении растения приобретают темно-бурый цвет. При избытке освещения на стенках аквариума и растениях появляются зеленые водоросли в виде налета. Если растение освещено не полностью, то его части, находящиеся в постоянной тени, могут гнить, при этом верхушка растения сохранит идеальный вид.

Правильное освещение обеспечивает рост растений, подавляет развитие водорослей, укрепляет иммунную систему рыб и рептилий. Качество и спектр излучения источника света имеют огромное значение для здоровой жизни в аквариуме.

Воздействие определенного цвета излучения на растения имеет некоторые особенности. Под желтым и красным светом растения вырастают в длину, в то время как их листья остаются мелкими.

Освещение влияет как на оттенок окраски рыб и растений, так и на их здоровье. Большинство видов аквариумных рыбок привыкли к разделению суток на день и ночь, т.е. условиям в дикой природе. Когда свет в аквариуме погашен, рыбки становятся более блеклыми, теряя интенсивность окраски. Освещение должно быть максимально приближено к естественному. В основном аквариумные растения и рыбки являются тропическими, самым оптимальным будет 12-часовой режим освещения. Как правило, для аквариумов ис-

пользуются два вида освещения: естественное и искусственное, создающие условия для нормального развития рыб и растений.

Прямое солнечное освещение сокращает время искусственного освещения, при этом окраска рыб становится ярче и насыщеннее, а у растений более равномерно происходит процесс фотосинтеза. Устанавливать аквариум в непосредственной близости от окна не рекомендуется. Природный источник света используется только как кратковременное решение, например, для стимулирования нереста для отдельных видов рыб. Естественное освещение не рекомендуется для постоянного освещения аквариума, так как аквариум будет подвержен резким перепадам температуры днем и ночью. Естественный дневной свет не обеспечивает правильное освещение аквариума, так как не дает равномерную и достаточную освещенность всего объема, а его продолжительность зависит от времени года.

Искусственное освещение не только делает аквариум привлекательным, но и позволяет поддерживать в нем необходимые условия для нормального развития живых организмов.

Классический вариант внешнего освещения – это освещение, когда свет с передней верхней кромки аквариума направлен на заднее стекло. При внутреннем режиме освещения на дно аквариума устанавливается герметически изолированная колба с лампой [7].

Для получения дополнительного эффекта декора источники располагаются сбоку. В настоящее время светотехника предлагает большой выбор источников искусственного света: лампы накаливания, а также лампы люминесцентные, ртутные, металлогалогенные, светодиодные, обладающие как преимуществами, так и недостатками [8]. Наибольшее распространение получили люминесцентные лампы, так как они экономичны (около 15 % энергии излучается как свет), имеют длительный срок службы, дают ровный поток света, не слепят и излучают гармоничный равномерный свет различного спектра. В таблице приведены характеристики люминесцентных ламп [9].

Характеристики люминесцентных ламп Characteristics of fluorescent lamps

Наименование	Цвет излучения	Действие
Brilliant day light	Нейтральный	Имитирует естественное освещение
Plant color	Красно-голубой	Усиливает натуральную окраску, способствует фотосинтезу
Tropic Sun Royal	Полный спектр с солнечным теплом	Хорошо передает цвет
Blue sky Royal	Сияющий голубой, яркий	Имитирует освещение тропических водоемов
Deep sea special	Активный голубой	Усиливает окраску беспозвоночных
Terra UV special	Дневной с солнечным теплом и высокой долей УФ	Способствует усвоению кальция и синтезу витамина D ₃

В зоомагазинах Владивостока представлен широкий ассортимент отечественных и импортных люминесцентных ламп различных фирм. Отечественные фирмы: «Свет», «Космос», «Новый свет», «Старт», «Эра», «Бионикс» – конкурируют с иностранными фирмами Sulvania, Tetra (Германия), Philips (Голландия), Toshiba Lighting (Япония), Interpet (Польша) Hagen, Rusun, Magen (Китай).

Респондентам был задан вопрос о том, какие люминесцентные лампы они используют. Результаты опроса представлены на рис. 1-4.

Структура выбора люминесцентных ламп по производителям представлена на рис. 1.

На рис. 2 представлен результат исследования спроса на люминесцентные лампы по мощности.

Результаты анализа полученных ответов по выбору длины люминесцентных ламп отражены на рис. 3.

Решающим фактором при покупке люминесцентных ламп является их стоимость. Для того чтобы выяснить, какая цена за люминесцентную лампу является доступной для респондентов, им был задан соответствующий вопрос. Предложенные варианты ответов содержали довольно широкий диапазон цен за 1 штуку. Процентное соотношение полученных ответов наглядно видно из диаграммы на рис. 4.

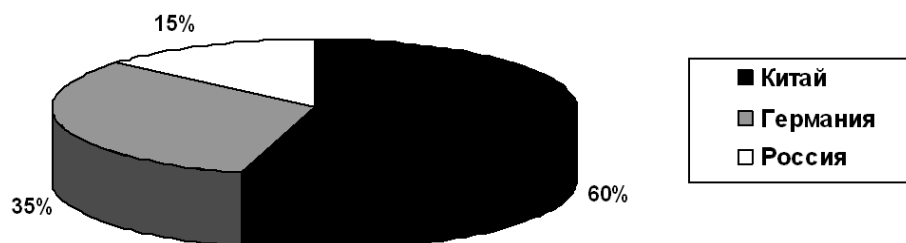


Рис. 1. Структура потребительских предпочтений люминесцентных ламп различных производителей

Fig. 1. The structure of consumer preferences fluorescent lamps of different manufacturers

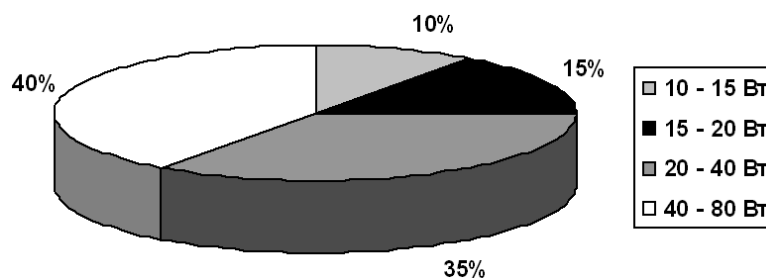


Рис. 2. Удельный вес потребительских предпочтений люминесцентных ламп по мощности

Fig. 2. Share consumer preferences fluorescent lamps for power

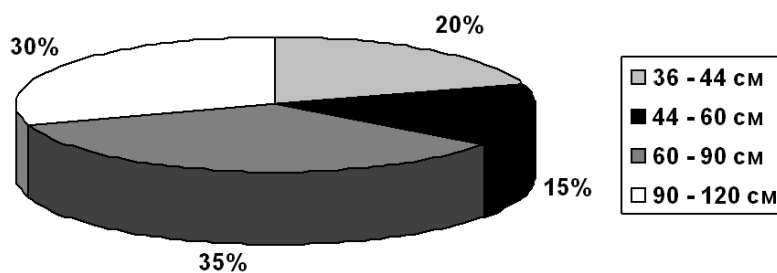


Рис. 3. Удельный вес потребительских предпочтений люминесцентных ламп по длине

Fig. 3. Share consumer preferences fluorescent lamps for length

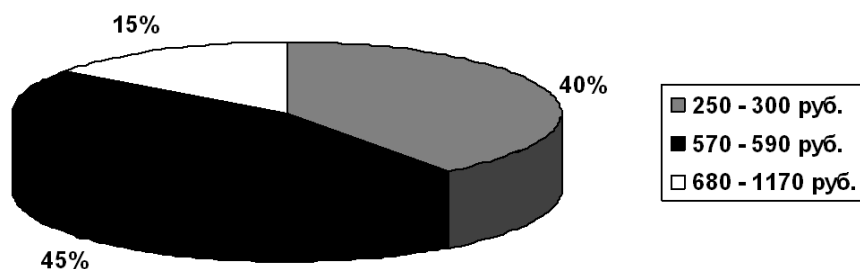


Рис. 4. Процентное соотношение предпочтений потребителей люминесцентных ламп по цене

Fig. 4. The percentage of consumer preferences fluorescent lamps at a price

Выводы

Итог проведенного исследования показал, что наблюдается тенденция по выбору аквариумов небольшого объема (от 20 до 70 л) у 60 % респондентов. Это объясняется стесненными жилищными условиями и отсутствием определенных навыков в содержании аквариума. 25 % опрошенных предпочитают средние по объему аквариумы (150-400 л), так как располагают ограниченными жилищными и финансовыми возможностями. Только 15 % респондентов имеют возможности содержать большие аквариумы (от 500 до 1000 л).

Исходя из своих возможностей, покупатели зоомагазинов выбирают осветительную технику, следуя правилу, чтобы выбранный товар соответствовал оптимальному соотношению цены и качества, что отражено в данных на рис. 1-4. Наиболее популярны люминесцентные лампы, изготовленные в Китае, размерами 60-90 см, мощностью 20-40 Вт, стоимостью до 600 руб.

Список литературы

1. <http://www.aquantico.ru/blog/post-365/>.
2. Пыльцина Е.Е. Ваш аквариум. Популярная энциклопедия. – М.: Владис, 2006. – 640 с.
3. Пыльцина Е.Е. Аквариум. Новая современная энциклопедия. – М.: Рипол Классик, 2011. – 672 с.
4. Ключков А. Из истории российской аквариумистики. Ч. I // Современный аквариум. – 2004. – № 17. – С. 2-3.
5. <http://www.discus-club.ru/svetit.html>.
6. Ганс Й. Майланд. Аквариум и его обитатели. – М.: Бертельсманн, 2006. – 287 с.
7. <http://www.aqukarasik.ru/svetogv.php>.
8. <http://www.houseaqua.ru/217-osvechenie-v-akvarium.html>.
9. <http://www.aquafanat.com.ua/files-view-6.html>.

Сведения об авторе: Кучеренко Лилия Владимировна, доктор технических наук, профессор, e-mail: lvk-07@mail.ru.

УДК 591.9 : 594.1 : 577.4 (575.14)

О.Б. Ниязова

Самаркандский государственный университет им. Алишера Навои,
703004, Республика Узбекистан, г. Самарканд, Университетский бульвар, 15

ВИДОВОЙ СОСТАВ, ЧИСЛЕННОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПОЧВЕННОЙ МАКРОФАУНЫ САМАРКАНДСКОЙ ОБЛАСТИ УЗБЕКИСТАНА

Впервые в Узбекистане на примере Самаркандской области проанализированы видовой состав и численность макрофауны почв естественных биоценозов и агроценозов и изучен экологический комплекс беспозвоночных.

Ключевые слова: Узбекистан, почвенная фауна, видовой состав, численность, экологический комплекс.

O.B. Niyazova

SPECIFIC STRUCTURE, ABUNDANCE AND ECOLOGICAL COMPLEX OF SOILS MACROFAUNA OF SAMARKAND REGION OF UZBEKISTAN

For the first time on Samarkand region the analysis of specific structure and abundance of macrofauna of soil natural biocenosis and agrocenosis is provided and ecological complex of invertebrates is studied.

Key words: Uzbekistan, soilsfauna, specific structure, abundance, ecological complex.

Введение

На земном шаре выявлено более 2 млн видов животных, из них более 1,5 млн – беспозвоночные, несколько сот тысяч видов составляют почвенные животные. Своей деятельностью они оказывают влияние на природу и экономику человека. Мы не можем организовать борьбу против вредных животных, не изучив видовой состав животных, биологические особенности тех или иных видов на отдельных территориях, их место в биоценозе и значение для сельского хозяйства.

При формировании почвенной фауны большое влияние оказывают почвенные факторы. Когда для живых организмов складываются благоприятные условия, они начинают расти и размножаться, и их значение возрастает. Среди эдафических факторов гумус является особым элементом, мерилем плодородия почвы. Например, установлено, что в посадках клевера и яблоневых садах содержание гумуса относительно повышено. Основной причиной этого является значительное накопление органических веществ.

Изучение биологического разнообразия почвенной макрофауны плодовых садов Самаркандской области необходимо для сохранения экологического равновесия в природе. С этой целью в первую очередь было проведено изучение видового состава животных почвенной фауны.

Объекты и методы исследования

Основой для наших исследований послужили посезонные (весна, лето и осень) сборы материала, начиная с 2004 г. и по настоящее время, как из естественных биоценозов – миндальников Еттиуйли – сая Ургута и ореховых садов Зарафшанского заповедника Джамбайского района, так и из агроценозов – плодовых садов абрикоса, яблонь и виноградников – Кушрабат, Пайарык, Тайлак, Джамбай, Акдарья и Ургута. Кроме того, для исследований были привлечены энтомологические и малакологические коллекционные материалы, хранящиеся в фондах кафедр зоологии и экологии и охраны природы факультета

естественных наук Самаркандского государственного университета. Всего было изучено 1000 экземпляров беспозвоночных.

При определении почвенной фауны мы пользовались методикой, приведенной в монографии М.С. Гилярова [1], моллюсков – И.М. Лихарева, А.Й. Виктор [2], И.М. Лихарева, Е.С. Раммельмейер [3], А.А. Шилейко [4,5], жуков – О.Л. Крыжановского [6]; дождевых червей – Т.С. Перель [7]. Пробы почв брали с участков размером 0,5 м² (50×100) см и 0,25 м² (50×50) и глубиной 0-10 см, 10-20 см и 20-30 см. Кроме того, мы в своих исследованиях использовали ловчие банки. После сбора материала личинок насекомых и дождевых червей фиксировали в 0,4-0,5 % формалине, наземных моллюсков – в 50-70-градусном спирте. Живых насекомых умерщвляли эфиром и затем помещали в энтомологические коллекционные коробки.

Результаты и их обсуждение

Изучение состава видов беспозвоночных и их численности в почвенной фауне в биоценозах и агроценозах показало следующее. Численность дождевых червей в природных биоценозах с площади 0,25 м² (50×50) составляла 25-30 экз., в агроценозах (виноградники, пашня с гумусом) – 34-40 экз. Численность насекомых и их личинок (например, майского жука) в естественных биоценозах с площади 0,25 м² составляла до 10-15 экз., а в агроценозах – не более 1 экз. Численность наземных моллюсков в естественных биоценозах с площади 0,25 м² составляла до 4-5 экз., в агроценозах – 2-3 экз.

На основе изучения собранного материала был установлен таксономический состав почвенной макрофауны.

Тип Annelides

Подтип Clitellata

Класс Oligochaeta

Отряд Lumbricomorpha

Семейство Lumbricidae

Род *Aporrectodea* (Orley, 1885): Vsevolodova – Perel, 1997

1. *Aporrectodea caliginosa caliginosa* (Savigny, 1826); Vsevolodova – Perel, 1997
2. *Aporrectodea rosea* (Savigny, 1826), Vsevolodova – Perel, 1997

Род *Dendrobaena* Eisen, 1873 уруғи emend. Pop, 1941, emend. Vsevolodova – Perel, 1997

3. *Dendrobaena byblica* (Rosa, 1893) Vsevolodova – Perel, 1997
4. *Dendrobaena veneta* (Rosa, 1886) Vsevolodova – Perel, 1997

Род *Eisenia* Malm, 1877, emend. Michaelsen, 1900, emend. Perel; 1974, emend. Vsevolodova – Perel, 1997

5. *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) Vsevolodova – Perel, 1997

Тип Mollusca

Подтип Conchifera

Класс Gastropoda

Отряд Srylommatophora A.Schmidt, 1855

Семейство Cochlicopidae Hesse, 1922

Род *Cochlicopa* Ferussac, 1821

6. *Cochlicopa lubrica* (Muller, 1774)

Семейство Vallonidae Morse, 1864

Подсемейство Valloninae Morse, 1864

Род Vallonia Risso, 1826

Подрод Vallonia s.str.

7. *Vallonia pulchella* (Müller, 1774)

Семейство Atriophantidae Gudwin – Austen, 1888

Род Macrochlamys Benson, 1832

8. *Macrochlamys sogdiana* (Martens, 1971)

Семейство Agriolimacidae H. Wagner, 1935

Род Deroceras Rafinesque, 1820

Подрод Deroceras Likharev et Wiktor, 1980

9. *Deroceras caucasicum* (Simroth)

Семейство Parmacellidae Gray, 1860

Род Candaharia Godwin – Austen, 1888

Подрод Candaharia Likharev et Wiktor, 1980

10. *Candaharia (L.) levanderi* (Simroth, 1901)

Семейство Hygromiidae Tryon, 1866

Подсемейство Trichiinae Lozek, 1956

Род Leucozonella Lindholm, 1927

Подрод Leucozonella s. str.

11. *Leucozonella (L.) rufispira* (Martens, 1874)

12. *Leucozonella (L.) retteri* (Rosen, 1897)

13. *Leucozonella mesoleuca* (Martens)

Род Xeropicta Monterosato, 1892

14. *Xeropicta candaharica* (L. Pfeiffer)

Тип Arthropoda

Подтип Tracheata

Класс Insecta

Отряд Coleoptera

Семейство Scarabaeidae

Подсемейство Melolonthinae

Род Melolontha F.

15. *Melolontha hippocastani* F.

16. *Melolontha afficta* Ball

Род Amphimallon Berth

17. *Amphimallon solstitialis* L.

Род Polyphylla Harr

18. *Polyphylla adspepsa* Motsch

19. *Polyphylla tridentata* Rtt.

Род Chioneosoma Kr.

20. *Chioneosoma porosum* F-W

Род *Oryctes*21. *Oryctes nasicornis* L.

Подсемейство Cetoniinae

Род *Epicometis* Burm22. *Epicometis turanica* ReittРод *Oxythyrea* Muls23. *Oxythyrea cinotella* SchaumРод *Stalagmopygus* Kr.24. *Stalagmopygus albellum* PallРод *Cetonia* F.25. *Cetonia aurata* L.Род *Potosia* Muls.26. *Potosia turkestanica* Kr.27. *Potosia marginicollis* Ball.28. *Potosia lugubris*

Приведенные выше виды являются широко распространенными видами почвенной фауны. Личинка *Melolontha hippocastani* F. живет в почве 3-4 года и питается корнями растений [8]. Личинки этого майского жука многочисленны в посадках грецкого ореха и многочисленны в яблоневых и виноградниках. Здесь для этих беспозвоночных экологические условия наиболее благоприятны, биотопов много. Дождевые черви многочисленны в обрабатываемых почвах.

В плодовых садах хорошие условия для сохранения биологического разнообразия в Зарафшанском заповеднике и ущелье Еттиуйли – сая. В агроценозах из-за обработки и занесения в почву различных удобрений, особенно навоза, видовой состав и численность почвенной макрофауны возрастает. Таким образом, изучение почвенной макрофауны показывает, что в садах можно достичь экологического равновесия и получения экологически чистых продуктов.

Выводы

1. Макрофауна почв плодовых садов представлена 28 широко распространенными видами, относящимися к 20 родам (и 4 под родам), 8 семействам (и 4 подсемействам). Из них отмечено 9 видов наземных моллюсков из 7 родов и 4 под родов, представителей 6 семейств; 5 видов дождевых червей из 3 родов одного семейства и 14 видов насекомых из 10 родов одного семейства.

2. Из общего числа видов почвенной макрофауны 22 вида встречаются в садах ущелья Еттиуйли – сай, 16 – в заповеднике Зарафшан, по 10 видов – Бахрине и Шована, 7 видов – в окрестностях кишлака Каратепа и 6 видов – в г. Самарканде.

3. При изучении почвенной макрофауны садов выявлены следующие экологические группы беспозвоночных: насекомые – личинки жуков (*Scarabaeidae*) – ризофаги, жуки – фитофаги; дождевые черви – геобионты и наземные моллюски – гигрофилы.

Список литературы

1. Гиляров М.С. Особенности почвы как среды обитания и ее значение в эволюции насекомых. – ЛО Наука, 1949. – 280 с.
2. Лихарев И.М., Виктор А.Й. Слизни фауны СССР и сопредельных стран (Gastropoda Terrestria Nuda) // Фауна СССР. Моллюски. – М.; Л., 1980. – Вып. 5. – Т. 3, № 122. – 437 с.
3. Лихарев И.М., Раммельмейр Е.С. Наземные моллюски фауны СССР. Определитель по фауне СССР. – М.; Л., 1952. – В. 43. – 511 с.
4. Шилейко А.А. Наземные моллюски надсемейства Helicoidea // Фауна СССР. Моллюски. – Л., 1978. – Вып. 6. – Т. 3, № 117. – 384 с.
5. Шилейко А.А. Наземные моллюски подряда Pupillina фауны СССР (Gastropoda, Pulmonata, Geohpila) // Фауна СССР. Моллюски. – Л., 1984. – Вып. 3. – Т. 3, № 130. – 399 с.
6. Крыжановский О.Л. Состав и происхождение наземной фауны Средней Азии. – М.; Л.: Наука, 1965. – 419 с.
7. Перель Т.С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР. – М.: Наука, 1979. – 270 с.
8. Мавлонов О.М., Ахмедов Г.Х. Тупрок зоологияси. – Тбилиси, 1992. – 80 с.

Сведения об авторе: Ниязова Ойбахор Бахритдиновна, ассистент,
e-mail: zizzat@yandex.ru.

УДК 574

Д.Ю. Проскура, Т.И. ТкаченкоДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ НАВОДНЕНИЙ
И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ НИХ**

Проводится анализ последствий наводнений природного и техногенного характера. В глобальном аспекте разбираются водные проблемы, стоящие перед человечеством, когда качество воды не отвечает экологическим, социальным и хозяйственным требованиям, режимы водных объектов не соответствуют оптимальному функционированию экосистем, от избытка воды страдают обжитые территории.

Приводятся примеры экологических катастроф, вызванных резким подъемом воды в промышленных районах страны, с разрушением химических, нефтеперерабатывающих и транзитных складских мощностей, которые привели к серьезным последствиям в социальной, хозяйственной и экономической сферах.

Акцентируется внимание на последствия наводнений, оказывающих существенное влияние на санитарно-гигиеническую и эпидемиологическую обстановку в зонах временного затопления, а также на проблемах сельского хозяйства (в частности кормовой базы скота).

Анализируются традиционно сложившиеся инженерные методы защиты от наводнений. Предлагаются новые, более экономичные решения проблем затопляемых территорий, разные конструкции для защиты сельскохозяйственных угодий и мобильный сборно-разборный комплекс многократного использования (контейнерного хранения и транспортировки).

Ключевые слова: экология, наводнения, гидротехнические сооружения, мобильность.

D.Y. Proskura; T.I. Tkachenko**WAYS OF PREVENTION OF ENVIRONMENTAL DAMAGE CAUSED BY FLOODS**

The consequences of natural and man-made floods have been analyzed.

Globally, the water problems which face the mankind, when quality of water doesn't meet the environmental, social and economic requirements and, conditions on water bodies do not correspond to optimal functioning of ecosystems and populated territories suffer from excess of water have been studied.

The cases of major environmental disasters caused by sharp upwelling in the industrial areas of the country followed by destruction of chemical, oil-refining and transit storage spaces that resulted in serious problems in social and economic fields have been exemplified

Attention has been paid on the effect of floods that have a significant impact on sanitation and epidemiologic situation in temporary flooded areas. Agricultural problems, caused by floods (particularly, concerning cattle forage resources) have also been studied

Traditional engineering approaches to flood prevention have also been analyzed. A number of new, more efficient and varied solutions of the problems of flooded areas have been proposed

A mobile dismountable complex of repeated usage (container storage and transportation) for the protection of agricultural lands have been developed.

Key words: ecology, flood, hydraulic structures, mobility.

Общеизвестно, что состояние и развитие как биосферы, так и человеческого общества находится в прямой зависимости от состояния водных ресурсов. В последние десятилетия среди проблем, стоящих перед человечеством, под номером один называют проблему воды. Водные проблемы возникают в четырех случаях: когда воды нет или ее недостаточно, когда качество воды не отвечает социальным экологическим и хозяйственным требованиям, когда режим водных объектов не соответствует оптимальному функционированию экоси-

стем, а режим ее подачи потребителям не отвечает социальным и экономическим требованиям населения и когда обжитые территории страдают от наводнений.

В глобальном аспекте первые три проблемы явились порождением уходящего века, а четвертая сопутствует человеческому обществу с древнейших времен. На протяжении многих веков человечество, предпринимающее невероятные усилия для защиты от наводнений, никак не может преуспеть в этом мероприятии. Наоборот, с каждым веком ущерб от наводнений продолжает расти. Особенно сильно, примерно в 10 раз, он возрос за вторую половину ушедшего века. По нашим расчетам, площадь паводков опасных территорий составляет на земном шаре примерно 3 млн км², на которых проживает около 1 млрд человек.

Ежегодные убытки от наводнений в отдельные годы превышают 200 млрд долл., гибнут десятки тысяч людей [4].

В настоящее время функционирует разветвленная сеть метеорологических станций, осуществляющих наблюдения за состоянием погоды – температурой воздуха, направлением и скоростью ветра, количеством осадков, высотой и плотностью снежного покрова и т.д. Руководит работой гидрологической и метеорологической сети Государственный комитет по гидрометеорологии и контролю природной среды и его местные управления. В системе Госкомгидромета имеется ряд научно-исследовательских институтов гидрологического профиля: среди них головной – Государственный гидрологический институт (Санкт-Петербург).

Гидрографическая сеть собирает воду со склонов и транспортирует ее вниз по уклону к замыкающему створу. Неравномерное во времени и пространстве поступление осадков на земную поверхность преобразуется в основном благодаря гидрографической сети бассейна – в сравнительно плавную волну паводка в замыкающем створе.

Очевидно, чем больше речной бассейн, тем разнообразнее климат, рельеф почвы, растительность и т.д. на его территории. Среди многочисленных характеристик природных условий бассейна помимо площади водосбора и длины реки первостепенное значение имеют озерность, заболоченность и лесистость. Кроме того, освещая проблему наводнений, особо важное значение имеют понятия – максимальный расход и уровень воды за половодье или за паводок, а также – объем половодья или паводка.

Уровень воды – высота поверхности воды в реке (озере) на условной горизонтальной плоскости сравнения. Плоскость эта называется нулем поста. Ее выбирают при организации поста таким образом, чтобы она была на 0,3-0,5 м ниже самого возможного низкого уровня. В устьевых участках рек, впадающих в моря, уровень воды иногда измеряется над ординаром, т.е. над средним многолетним уровнем в данном пункте. Если сложить две цифры – уровень воды на посту с отметкой нуля поста, то получится абсолютная отметка уровня, т.е. превышение поверхности воды в реке над поверхностью моря [4].

Наибольшее влияние на экологическую ситуацию наводнения оказывают емкости с нефтью и нефтепродуктами, при разрушениях которых происходит последующий разлив нефти на поверхности суши и рек. Так, почти 9390 т нефтепродуктов попали в воду реки Лена в мае 2010 г. Загрязнение земель только территории Ленска и прилегающих дачных поселков визуально оценивалось правительственной комиссией во время аварии, которая произошла на Ленской нефтебазе. Территория Ленской нефтебазы была полностью подтоплена уже 15 мая. Во второй половине 16 мая начали смещаться резервуары, а на поверхности воды, как свидетельствовали очевидцы, можно было наблюдать отдельные нефтяные пятна, площадь которых постепенно увеличивалась. После того как был разрушен ледяной затвор, схлынувшие потоки воды разорвали трубопроводы. По официальным данным, в течение недели в реку Лена утекло 9390 т нефтепродуктов, в том числе 7942 светлых нефтепродуктов. Из 148 вертикально стоящих резервуаров были повреждены 89. С места аварии было собрано 215 т нефти и масла, 5104 т загрязненной воды, 537 бочек из-под нефтепродуктов. Для отсыпки территории нефтебазы было завезено 7,5 тыс. т грунта.

На 1 июля 2010 г. в Кабардино-Балкарии, в районе хвостохранилища Тырнаузского вольфрамомолибденового комбината (ТВМК), сложилась сложная экологическая обстановка. Деревесиной, снесенной со складов ущелья Гижгид, микроселями, оползнями и паводковыми водами было забито русло реки Гужи в створе входного портала, отводящего сток реки по отводному тоннелю непосредственно в реку Баксан. Это создало прямую угрозу завала тоннеля древесиной, выхода его из строя и как следствие возможной аккумуляции всего паводкового стока в пределах емкости хвостохранилища, в котором было сосредоточено 135 млн м³ пульпы. Только срочные меры помогли ликвидировать угрозу прорыва хвостохранилища и выноса в реку Баксан отходов горнодобывающего производства ТВМК, что привело бы к серьезным экологическим последствиям не только на территории Кабардино-Балкарской республики, но и пограничных районах.

Очень большую опасность представляло затопление химически опасных объектов на территории Ставрополя в июне 2010 г. Поток воды, который шел не только по Кубани, но и по всем ответвлениям большого ставропольского канала, захлестнуло город Невинномысск. Здесь расположены два химических комбината: «Азот», производящий удобрения, и комбинат по выпуску бытовой химии «Арнест». Оба предприятия пришлось срочно останавливать. Разлив реки Малая Лаба на Кубани мог превратиться в большую беду, когда паводок, несущий вырванные деревья, разорвал магистральный газопровод, проложенный по ее руслу вблизи поселка Мостовской. Помимо загрязнения атмосферы возникла угроза мощного взрыва. Ветер, дующий в сторону поселка, понес на дома газовое облако, готовое в любую минуту взорваться. Долина реки быстро начала заполняться газом. Появилась вероятность отравления и взрыва. Дополнительный источник опасности представляла автозаправочная станция, находящаяся поблизости. Под давлением в 40 атм газ фонтанировал около полутора часов.

21 мая 2002 г. в двух километрах от г. Кисловодска на переходе через р. Подкумок произошел прорыв газопровода с. Канглы-Кисловодск, диаметром 500 мм, с возгоранием. Причиной прорыва явилась паводковая волна с остатками разрушенного выше по течению моста и смытыми деревьями. Жертв и пострадавших не было.

Наводнения спровоцировали массовые поражения сельскохозяйственных культур. В южных районах Иркутской области почти все картофельные посадки были поражены грибковым заболеванием фитофтороз, потери урожая при котором достигают 90 %.

После выхода рек из берегов даже кормовые травы становятся непригодными в пищу скоту, поскольку поверхность листа покрывается илом.

Последствия наводнений оказывают существенное влияние на санитарно-гигиеническую и эпидемическую обстановку в их зонах. Поэтому в процессе аварийно-спасательных и других неотложных работ должен проводиться широкий комплекс санитарно-противоэпидемических мероприятий.

Приведенная выше статистика показывает, что простое повышение уровня воды в реках, озерах и искусственных водоемах может привести к очень печальным последствиям. Для того чтобы спасти население подтопленных территорий от технического, микробиологического, химического воздействий, существует комплекс мероприятий.

Основой комплекса по защите от наводнений в речных бассейнах являются инженерные мероприятия, которые обеспечивают наиболее радикальные воздействия на паводки.

Традиционно сложившиеся инженерные методы от наводнений в РФ следующие:

- перераспределение максимального стока водохранилищами;
- увеличение пропускной способности речного русла;
- повышение отметок защищаемой территории;
- переброска стока;
- ограждения территории дамбами.

Для решения проблемы затопляемых территорий экономически выгодно обустройство на этих территориях долгосрочных сооружений – дамб, водоотводов, наполнительных водохранилищ [4].

Однако высокие половодья и паводки вызывают трудности с эксплуатацией системы обваловывания. В связи с разрушением дамб на отдельных участках затоплению подвергаются значительные территории.

Для решения этих проблем необходимы мобильные системы защитных дамб и плотин. Они должны быть многократного использования, быстро перемещаться в нужное место и быстро собираться.

После схода воды система защиты должна быстро демонтироваться и при необходимости перевозиться и собираться на новом месте или помещаться на склад до следующего использования. Предложенные нами решения отвечают этим требованиям. Для защиты постоянно затопляемых территорий можно использовать дамбы из гибких водонепроницаемых материалов (рис. 1).

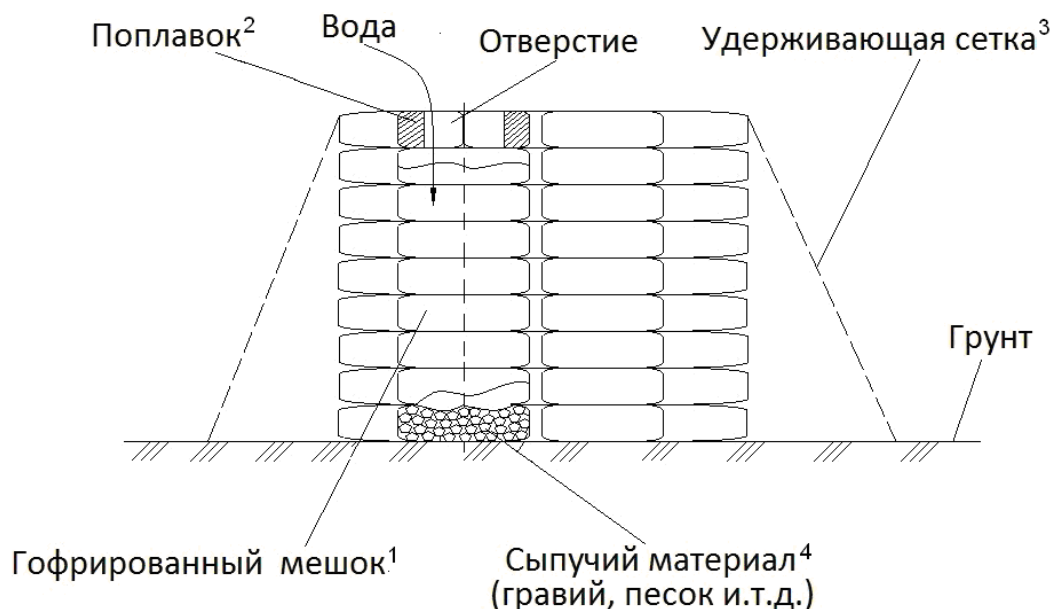


Рис. 1. Дамба из гибких водонепроницаемых элементов
Fig. 1. Dam of flexible watertight elements

На рис. 1 схематично изображена дамба, состоящая из мешков в виде гофрированных рукавов 1, состыкованных между собой с перекрытием зазоров. Сверху по периметру каждого рукава прикреплен поплавок 2 в виде полого круга. Мешки укреплены по всей поверхности фиксирующей сетью 3. Днище мешков наполняют сыпучим материалом 4 (песком или гравием).

Установка работает следующим образом. В момент подъема уровня воды мешки устанавливают в предполагаемом месте прорыва потока воды в два ряда с перекрытием зазоров и заполняют днище сыпучим материалом с учетом силы потока воды. По мере поднятия уровня воды мешки самопроизвольно заполняются жидкостью и распрямляются за счет всплытия поплавков. Для большей надежности всей конструкции дамба накрывается фиксирующей сетью.

Наполненная водой дамба приобретает большую устойчивость за счет увеличения общей ее массы. При спаде уровня воды в акватории до обычного уровня поплавки опускаются, и вода из мешков выходит через открытый край.

При спаде уровня воды в акватории до уровня, находящегося ниже уровня дренажных труб базовой части дамбы, вода поочередно выходит через дренажные трубы с односторонним обратным клапаном сначала из верхнего ряда резервуаров, а затем из нижерасположенных составных частей дамбы.

С увеличением высоты увеличивается и общая масса дамбы, повышается ее устойчивость, способность дамбы противостоять возрастающему напору поднявшейся воды в акватории, что надежно защищает прибрежную береговую полосу или территорию, которой угрожает наводнение. Кроме того, мешки укреплены фиксирующей сетью.

Легкость сбора дамбы обеспечивается благодаря скорости сборки конструкции из взаимозаменяемых мешков, изготовленных в заводских условиях и имеющих единый типоразмер в каждой составной части дамбы. Кроме того, быстрота сборки частей дамбы с базовой частью и между собой обеспечивается наличием гофрированных сопрягаемых поверхностей [2].

В отличие от традиционных дамб из земли, камня, бетона и т.п., для строительства которых требуется огромное количество строительного материала, в этой модели вода из акваторий сама служит дополнительным строительным материалом водоналивной наращиваемой дамбы в ее рабочем состоянии.

Таким образом, при использовании этой модели решается поставленная задача и достигается технический результат, обеспечивающий повышение надежности защиты прибрежной береговой полосы от наводнений, а также ускорение строительства при значительном сокращении количества строительных материалов.

Сооружение не нарушает экологическую обстановку и чистоту окружающей среды. Такую дамбу легче и быстрее соорудить, чем строить постоянные дамбы, наращиваемые традиционной насыпкой грунта для защиты от наводнений.

Предлагаемая конструкция из гибких водонепроницаемых элементов очень эффективна для защиты протяженных участков территорий. Она используется при повышении уровня насыпных стационарных дамб во время аномально высоких осадков, защите сельскохозяйственных угодий от разлива рек, защите прибрежных строений от подъема воды в водохранилищах, озерах или низменных морских побережий от нагоняемых длительными ветрами масс воды [1].

Для защиты от паводковых вод внутри населенных пунктов требуется иная конструкция сборно-разборных гидротехнических сооружений, которые будут быстрее доставляться и монтироваться на более опасных направлениях в черте города (села), закрывая доступ воды в подземные переходы, подвальные отделения электро-, газо- и водокommunikаций, цокольные этажи жилых и технических зданий.

Классический вид защиты в таких ситуациях – это сооружение дамб разной высоты из мешков, наполненных песком. Способ эффективный, но не всегда доступный службам МЧС. Требуется постоянный запас песка, мешков и большое количество персонала и техники.

Предлагаемая конструкция, в общем повторяющая классическую дамбу из мешков, отличается тем, что мешки (мягкие оболочки) сделаны из водонепроницаемого материала с частичной (одна сторона) наполняемостью сыпучим материалом (для увеличения отрицательной плавучести), имеют водяной клапан для наполнения водой при сооружении и слива воды при разборке гидротехнического сооружения. Применяется многократно, быстро доставляется к месту сборки, вода для наполнения мягких оболочек используется на месте.

Способ реализуется следующим образом. Перед фронтом стихийного натиска воды на грунтовом основании расстилают водонепроницаемые незаполненные мягкие оболочки, в виде мешков, вдоль дамбы. Внутри дамбы по всей высоте проходит водонепроницаемый

тент на всю длину дамбы, нижний конец которого находится под первым слоем мешков в сторону поступления воды, а верхняя часть выходит на гребень дамбы и закрепляется мешками. Мешки укладывают по рельефу предполагаемой дамбы слоями с перекрытием зазоров на высоту, превышающую предполагаемый уровень паводка. Мешки скрепляют карабинами, заполняют водой через клапан, выполненный в виде пробки, имеющий в центре отверстие с шариковым затвором обратного хода, а дно мешка заполняют сыпучим материалом с отрицательной плавучестью. Дальнейшую укладку мешков осуществляют поверх первого ряда с совмещением выступов и углублений в виде креста, при этом длина мешка равна двум размерам ширины. Мешки укладывают в несколько рядов по вертикали в зависимости от требуемой высоты дамбы, последний ряд мешков располагают над уровнем воды перед дамбой. На рис. 2 представлен вид сверху мешка с крестообразным выступом и креплением с помощью карабина. На разрезе А-А показан мешок с двойным дном и клапаном в торце для заполнения водой.

На рис. 3 показан общий вид дамбы с уложенным внутри водонепроницаемым тентом.

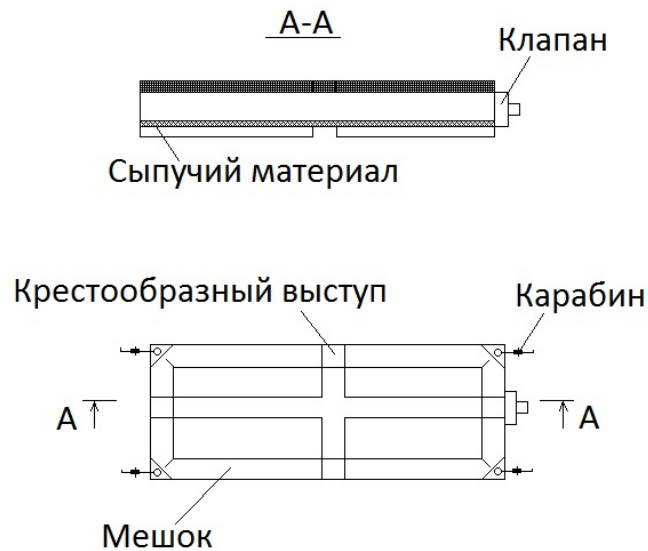


Рис. 2. Схема мягкой оболочки для сооружения сборно-разборных водоподпорных дамб
Fig. 2. Soft shell scheme for the construction of prefabricated collapsible vodopodpornoj dam

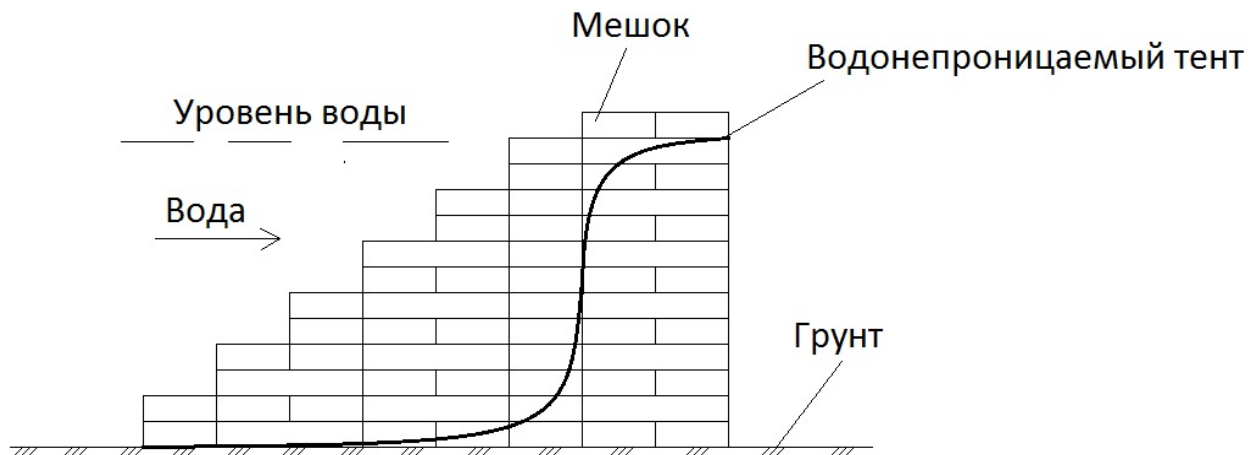


Рис. 3. Схема сборно-разборной водоподпорной дамбы
Fig. 3. Diagram of prefabricated collapsible vodopodpornoj dam

Таким образом, при использовании данного предложения решается поставленная задача и достигается технический результат, обеспечивающий повышение надежности защиты прибрежной полосы от наводнений, а также ускорение строительства и наращивание защитного сооружения (дамбы) при значительном сокращении количества строительных материалов [2].

При понижении уровня воды дамба разбирается, сушится, укладывается в контейнер, доставляется к месту хранения или сборки в другом опасном направлении.

Список литературы

1. Пат. Российская Федерация, № 2010108742/22(22/012260) 2010 г. / Проскура Д.Ю., Артюхов И.Л.
2. Пат. Российская Федерация, № 2010126044/13(037179) 2010 г. / Проскура Д.Ю., Артюхов И.Л.
3. Мазур И.И., Молдаванов О.И., Шишов В.Н. Инженерная экология: в 2 т. – М.: Высш. шк., 1996. – Т. 1. – 637 с. – Т. 2. – 655 с.
4. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек. – М.: Агентство «Фаир», 1998. – 320 с.
5. Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П. Экологические проблемы и методология их решения при развитии технократического общества // Экология. – 2011. – № 2. – С. 83-87.

Сведения об авторах: Проскура Дмитрий Юрьевич, старший преподаватель,
e-mail: dim.proskyra@mail.ru;
Ткаченко Татьяна Ивановна, кандидат технических наук, доцент,
e-mail: tatkach_2002@mail.ru.

УДК 581 : 582.252

О.Г. Шевченко^{1,2,3}, А. А. Пономарева²¹Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б²Научно-образовательный комплекс «Приморский океанариум» ДВО РАН,
690001, о-в Русский³Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,
690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17**ФИТОПЛАНКТОН СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ О-ВА САХАЛИН
В АВГУСТЕ – СЕНТЯБРЕ 2010 г.**

В результате исследований фитопланктона у северо-восточного побережья о-ва Сахалин в августе – сентябре 2010 г. было обнаружено 103 вида, относящихся к 7 отделам: динофитовые (52 вида), диатомовые (39), зеленые (4), сине-зеленые (1), криптомонадовые (3), золотистые (3) и евгленовые (1). Численность планктонных микроводорослей изменялась от 0,7 тыс. кл./л до 588 тыс. кл./л. Наибольшие количественные показатели фитопланктона отмечали в августе на горизонте 25 м, минимальные – в сентябре на горизонте 2 м. В августе основу сообщества формировали диатомовые водоросли, в сентябре наблюдали массовое развитие динофлагеллят.

*За период исследования в составе фитопланктона было обнаружено 9 потенциально токсичных видов, относящихся к 2 отделам: диатомовые *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *P. pungens* и динофитовые: *Dinophysis acuminata*, *D. acuta*, *D. norvegica*, *D. rotundata*, *Prorocentrum minimum*, *Protoceratium reticulatum* и *Protoperidinium crassipes*. Численность *D. acuminata* (1,7 тыс. кл./л) и *D. acuta* (1,4 тыс. кл./л) в сентябре более чем в 3 раза превышала ПДК, установленную для этой группы продуцентов фикотоксина (500 кл./л). Зарегистрированные случаи массового развития потенциально токсичных микроводорослей свидетельствуют о необходимости продолжения мониторинга в данном районе, который является местом нагула корейско-охотской популяции серого кита.*

Ключевые слова: морской фитопланктон, микроводоросли, численность, потенциально токсичные виды, остров Сахалин, Охотское море.

O.G. Shevchenko, A.A. Ponomareva**PHYTOPLANKTON ON THE NORTH-EASTERN COAST
OF THE SAKHALIN ISLAND IN AUGUST – SEPTEMBER 2010**

The studies of phytoplankton was carried out on the North-Eastern coast of the Sakhalin Island in August – September 2010. During off study was found 103 species, belong to 7 groups: Dinophyta (52 species), Bacillariophyta (39), Chlorophyta (4), Cyanophyta (1) Cryptophyta (3), Chrysophyta (3) and Euglenophyta (1). The number of planktonic algae ranged from 0.7 thousand cells/L to 588 thousand cells/L. The maximum of phytoplankton number was reported in August on the 25 m layer, the minimum – in September on the 2 m layer. Microalgae community was formed the diatoms in August and dinoflagellates in September.

*During the study period in the phytoplankton was found 9 potentially toxic species from 2 groups: Bacillariophyta – *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *P. pungens*; and Dinophyta – *Dinophysis acuminata*, *D. acuta*, *D. norvegica*, *D. rotundata*, *Prorocentrum minimum*, *Protoceratium reticulatum* and *Protoperidinium crassipes*. The number of *D. acuminata* (1,7 thousand cells/L) and *D. acuta* (1,4 thousand cells/L) in September, was more than three times higher than established for this phycotoxins group of producers (500 cells/L). Reported cases of potentially toxic algae mass development indicate the need for continued monitoring phytoplankton in the study area, which is feeding area the Korean-Okhotsk gray whale population.*

Key words: marine phytoplankton, microalgae, number, potentially toxic phytoplankton species, Sakhalin Island, Sea of Okhotsk.

Шельф северо-восточного побережья Сахалина является одним из наиболее высокопродуктивных районов Мирового океана. Биогенные и органические вещества в летний период поступают с амурскими водами, во время паводков из зал. Пильтун и Чайво, а также с апвеллингом из открытых районов Охотского моря [1]. Эти факторы обуславливают высокий уровень количественного развития фитопланктона, а смешение вод различного происхождения определяют значительное видовое разнообразие фитопланктона этого района. Интенсивные океанографические и гидробиологические исследования охотоморского побережья о-ва Сахалин были начаты в конце XX в. в связи с разработкой месторождений нефти и газа. Одновременно область северо-восточного шельфа острова является основным районом летне-осеннего нагула серых китов [2].

Исследования фитопланктона Охотского моря проводятся с 20-х гг. прошлого века [3-5]. К настоящему времени хорошо изучен видовой состав планктонных микроводорослей [6-9]. В начале 2000-х гг. опубликован ряд работ, посвященных видовому составу, сезонной и межгодовой изменчивости фитопланктона охотоморских вод, прилегающих к о-ву Сахалин [9-13]. В результате этих исследований было обнаружено 306 видов и внутривидовых таксонов микроводорослей из 8 отделов. Флора исследуемого района была дополнена 59 видами и внутривидовыми таксонами, новыми для Охотского моря [9, 13]. Приведены количественные характеристики и распределение микроводорослей у берегов Сахалина. Помимо планктонной была исследована бентосная жизненная стадия микроводорослей, впервые были исследованы поверхностные морские осадки, описано 32 типа покоящихся цист динофлагеллят. Также в прибрежных водах о-ва Сахалин было зарегистрировано 22 вида потенциально токсичных водорослей, исследованы их распределение и количественные характеристики.

Работа является продолжением исследований фитопланктона прибрежных вод о-ва Сахалин. Цель настоящей статьи – определение видового состава и численности фитопланктона у северо-восточного побережья о-ва Сахалин, исследование состава и количественного развития микроводорослей, токсичных для морских млекопитающих и человека.

Материал и методы

Материалом для работы послужили 105 проб фитопланктона, собранных с августа по сентябрь 2010 г. в экспедиции Института биологии моря им. А. В. Жирмунского ДВО РАН на НИС «Академик Лаврентьев».

Сбор материала производили на станциях, расположенных у северо-восточного побережья о-ва Сахалин, Охотское море (рис. 1).

Материал отбирали 4-литровым батометром Нискина с поверхности воды и на разных горизонтах до глубины 55 м. Один литр пробы фиксировали раствором Утермеля и концентрировали методом осаждения [14].

Для подсчета клеток фитопланктона использовали камеру Sedgewick-Rafter объемом 1 мл. Идентификацию проводили с помощью светового микроскопа Olympus BX 41. В исследованиях микроводорослей с помощью микроскопа применяли традиционную методику. К группе «мелкие жгутиковые водоросли» относили неидентифицированные пигментированные клетки, чаще флагелляты, размером менее 10 мкм. Доминирующими считали виды, численность которых составляла не менее 20 % от суммарной численности фитопланктона [15].

Результаты и обсуждение

Видовое разнообразие. В районе исследования обнаружено 103 вида и внутривидовых таксонов микроводорослей, относящихся к 7 отделам (табл. 1). По числу видов доминировали динофлагелляты и диатомовые водоросли. Динофитовые водоросли (Dinophyta) представлены 52 видами (50 % от общего числа видов), среди которых наиболее разнообразными были роды *Protoperdinium* (15 видов) и *Dinophysis* (7 видов). Диатомовые водоросли (Bacillariophyta) были представлены 39 видами и внутривидовыми таксонами, что состав-

ляло 38 % от общего числа видов. Остальные отделы были представлены менее значительно и в сумме составляли 10 % от общего числа видов: зеленые (Chlorophyta) – 4 вида, сине-зеленые (Cyanophyta) – 1, криптомонадовые (Cryptophyta) – 3, золотистые (Chrysophyta) – 3 и евгленовые (Euglenophyta) – 1 вид.

По литературным данным, у северо-восточного побережья о-ва Сахалин с июня по октябрь 2001-2003 гг. отмечено 197 таксонов планктонных микроводорослей [13]. Нами в августе – сентябре 2010 г. на этой акватории было зарегистрировано меньшее число видов и внутривидовых таксонов – 103, что можно объяснить узким периодом наблюдений.

В августе – сентябре 2010 г. на акватории исследования по численности доминировали 14 видов микроводорослей из 5 отделов и мелкие жгутиковые водоросли (табл. 2, 3).

Комплекс доминирующих видов и степень их доминирования менялись в течение периода наблюдений. В августе на всей исследованной акватории преобладали диатомовые водоросли, их доля составляла 21-99 % от общей численности фитопланктона (табл. 2). В этот период достигали значительного развития *Guinardia delicatula*, *Thalassionema frauenfeldii*, *T. nitzschoides*, *Thalassiosira* sp. В сентябре в сообществе развивались в массе микроводоросли из 5 отделов и мелкие жгутиковые водоросли (табл. 3). На долю видов-доминантов диатомовых водорослей приходилось 23-98 % от общей численности фитопланктона. В планктоне преобладали виды, характерные для августа, а также *Licmophora abbreviata* и *Melosira* sp. Комплекс видов-доминант динофитовых микроводорослей включал в себя *Ceratium tripos*, *Oblea rotundata*, *Prorocentrum minimum* и виды рода *Protoperidinium*, доля которых составляла 21-87 % от суммарной численности планктона.

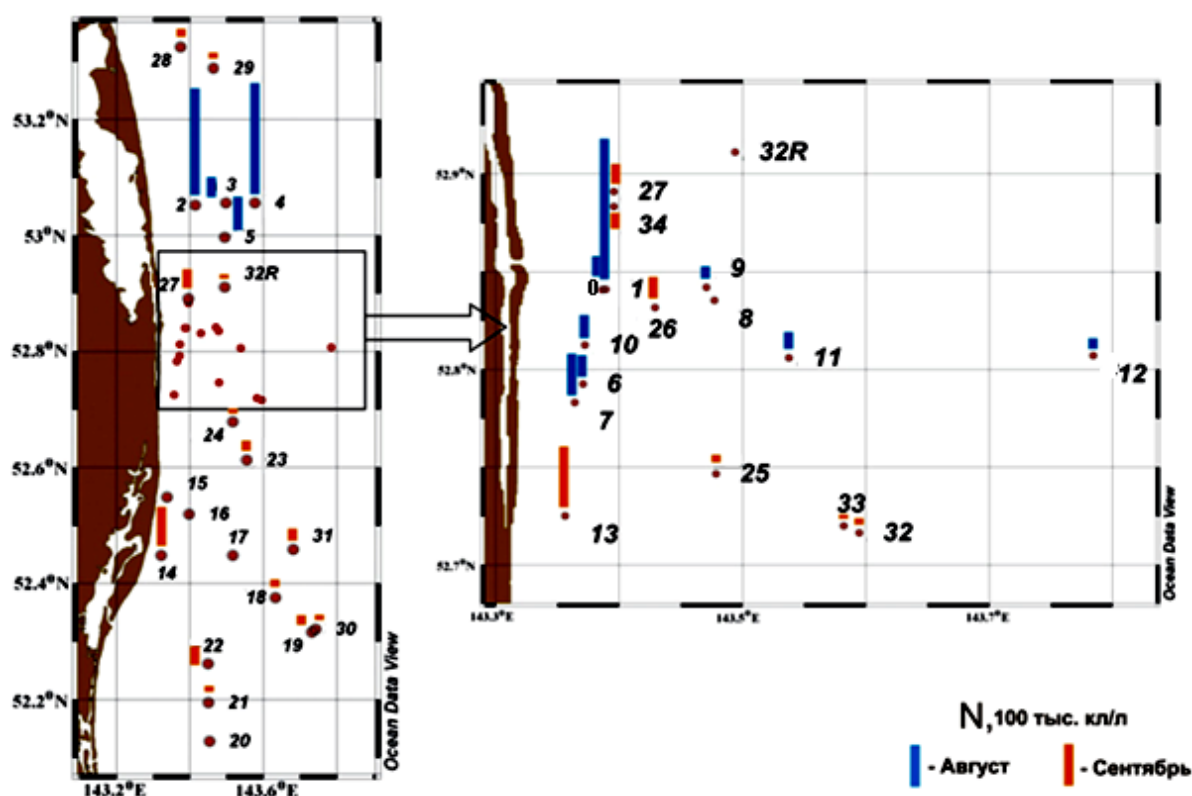


Рис. 1. Карта-схема расположения станций отбора проб; распределение численности фитопланктона (столбики) в приповерхностном горизонте у северо-восточного побережья о-ва Сахалин в августе – сентябре 2010 г.

Fig. 1. Map of the study area showing the sampling stations and phytoplankton density at the stations (column) in surface layer on the North-Eastern coast of the Sakhalin Island in August – September 2010

Таблица 1

**Таксономический состав фитопланктона у северо-восточного побережья
о-ва Сахалин в августе – сентябре 2010 г.**

Table 1

**Species found on the North-Eastern coast of the Sakhalin Island
in August – September 2010**

Отделы микроводорослей	Количество таксонов
Суанопхита	1
Хризопхита	3
Вацилларифита	39
Криптофита	3
Динафита	52
Еугленифита	1
Хлорофита	4
Всего видов	103

Таблица 2

**Виды фитопланктона, доминирующие по численности (%) на различных горизонтах
на станциях у северо-восточного побережья о-ва Сахалин в августе 2010 г.**

Table 2

**Dominant phytoplankton species (%) in the different layers on the sampling stations
on the North-Eastern coast of the Sakhalin Island in August 2010**

Таксон	Станции											
	0	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12
Вацилларифита Диатомовые водоросли												
<i>Guinardia delicatula</i>	67-80	95	89-98	80-94	58-99	37-98	61-94	73-92	98	42-73	53-98	41-89
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>				26-39		45						
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	26			21-36								35
<i>Thalassiosira</i> sp.				45	51-58	73			35			
Суанопхита Сине-зеленые водоросли												
<i>Anabaena</i> sp.												39

Таблица 3

**Виды фитопланктона, доминирующие по численности (%) на различных горизонтах
на станциях у северо-восточного побережья о-ва Сахалин в сентябре 2010 г.**

Table 3

**Dominant phytoplankton species (%) in the different layers on the sampling stations
on the North-Eastern coast of the Sakhalin Island in September 2010**

Таксон	Станции																			
	13	14	18	19	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32R	34	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Вацилларифита Диатомовые водоросли																				
<i>Guinardia delicatula</i>	61-93	75-90	74	79	29	80-98			58					59	23					
<i>Licmophora abbreviata</i>																				65

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Melosira</i> sp.																	40		
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>									25				28-57						
<i>Thalassionema nitzschioides</i>									31			32-83	42-68			64-70		42	
<i>Thalassiosira</i> sp.								26	23										
Dinophyta Динофитовые водоросли																			
<i>Ceratium tripos</i>												20	32-80						
<i>Oblea rotundata</i>					23		21				51						25		
<i>Prorocentrum minimum</i>											53	37		30	52-65	48-50	30	21-59	85-87
<i>Protoperidinium pellucidum</i>								22		24									
<i>Protoperidinium pyriforme</i>													33						
Chrysophyta Золотистые водоросли																			
<i>Dictyocha speculum</i>				29															
Cyanophyta Сине-зеленые водоросли																			
<i>Anabaena</i> sp.													43-45						58
Cryptophyta Криптофитовые водоросли																			
<i>Plagioselmis prolonga</i>				56															25
Мелкие жгутиковые водоросли												20							27

Преобладание диатомовых водорослей в фитопланктоне прибрежных районов и в открытой части Охотского моря показано в ряде исследований [6-8]. Значительное видовое разнообразие и обилие динофлагеллят в летний период также характерно для прибрежных акваторий Южного Сахалина [11]. Изменение комплекса доминирующих видов в августе – сентябре 2010 г. обусловлено сезонной изменчивостью и сменой летних видов видами осеннего комплекса. Также известно, что фитопланктон у северо-восточного побережья о-ва Сахалин в одно и то же время может находиться в разных фазах развития и даже на смежных участках состав видов-доминантов может быть различным [16, 17].

Динамика численности фитопланктона. Количественное развитие фитопланктона за период исследования характеризовалось значительной пространственно-временной неоднородностью. Численность планктонных микроводорослей варьировала в пределах 0,7 – 588 тыс. кл./л.

Анализ пространственного распределения фитопланктона в приповерхностном горизонте показал, что по мере удаления от берега в направлении открытых морских вод численность микроводорослей уменьшалась (см. рис. 1). Так, в августе максимум численности (334,1 тыс. кл./л) был зарегистрирован на ст. 1, расположенной напротив зал. Пиль-

тун, пик был обусловлен массовым развитием мелкоклеточной диатомеи *Guinardia delicatula* (95 % от общей численности фитопланктона) (см. рис. 1). Минимальные количественные показатели фитопланктона в августе отмечали на ст. 12, наиболее удаленной от берега (2,6 тыс. кл./л). Основу сообщества по численности формировала *G. delicatula* (41 % от общей численности фитопланктона). В сентябре количественные характеристики фитопланктона у поверхности были ниже, чем в августе. Так, наибольшей численности (145,0 тыс. кл./л) фитопланктон достигал на ст. 13, расположенной напротив зал. Пильтун (см. рис. 1). Пик был обусловлен развитием *G. delicatula* (73 %). Наименьшие значения численности наблюдали на ст. 32R. Минимум численности (4,1 тыс. кл./л) был обусловлен развитием *Prorocentrum minimum* (59 %) и мелких жгутиковых водорослей (23 %).

Вертикальное распределение количественных параметров фитопланктона на станциях было неравномерным. В августе наибольшие значения численности фитопланктона отмечали на промежуточных горизонтах или в придонном слое, за исключением станций 4 и 7, где отмечено преобладание микроводорослей в поверхностном горизонте (рис. 2). Максимальную численность (587,9 тыс. кл./л) микроводорослей за весь период исследования отмечали на ст. 5 на горизонте 25 м. Основу сообщества на этом горизонте формировала *Thalassiosira* sp. (см. табл. 2), на других горизонтах на ст. 5 наблюдали развитие преимущественно *G. delicatula*. В целом по столбу воды на акватории исследования по численности преобладала *G. delicatula*. Вероятно, такое вертикальное распределение микроводорослей наблюдалось из-за стратификации водной толщи и существования градиентов на горизонтах 2 и 15 м.

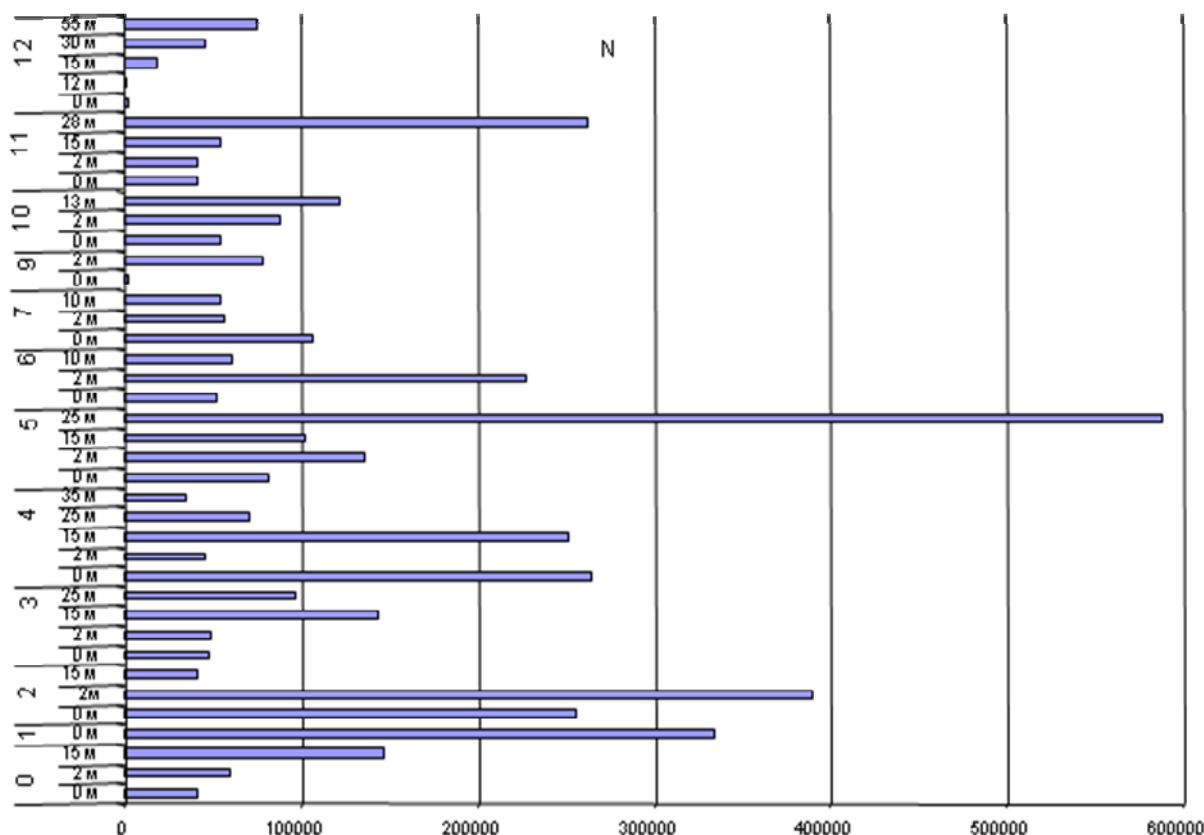


Рис. 2. Распределение численности (N) микроводорослей по станциям на разных горизонтах в августе 2010 г. в районе исследования

Fig. 2. Number of microalgae (N) in different layers on the sampling stations in August 2010 on the study area

В сентябре наблюдали пеструю картину вертикального распределения количественных параметров фитопланктона (рис. 3). Так, по распределению численности клеток фитопланктона массовое развитие микроводорослей на трети станций (13, 14, 23, 25, 27, 31) отмечали у поверхности. На остальных станциях наибольшую численность фитопланктона наблюдали на горизонте 2 м или у дна. В целом основу численности фитопланктона у поверхности составляли *G. delicatula* и *Prorocentrum minimum*, на других горизонтах количественные характеристики фитопланктона были обусловлены вегетацией крупных динофлагеллят родов *Ceratium*, *Dinophysis*, *Gyrodinium* и *Proto-peridinium*.

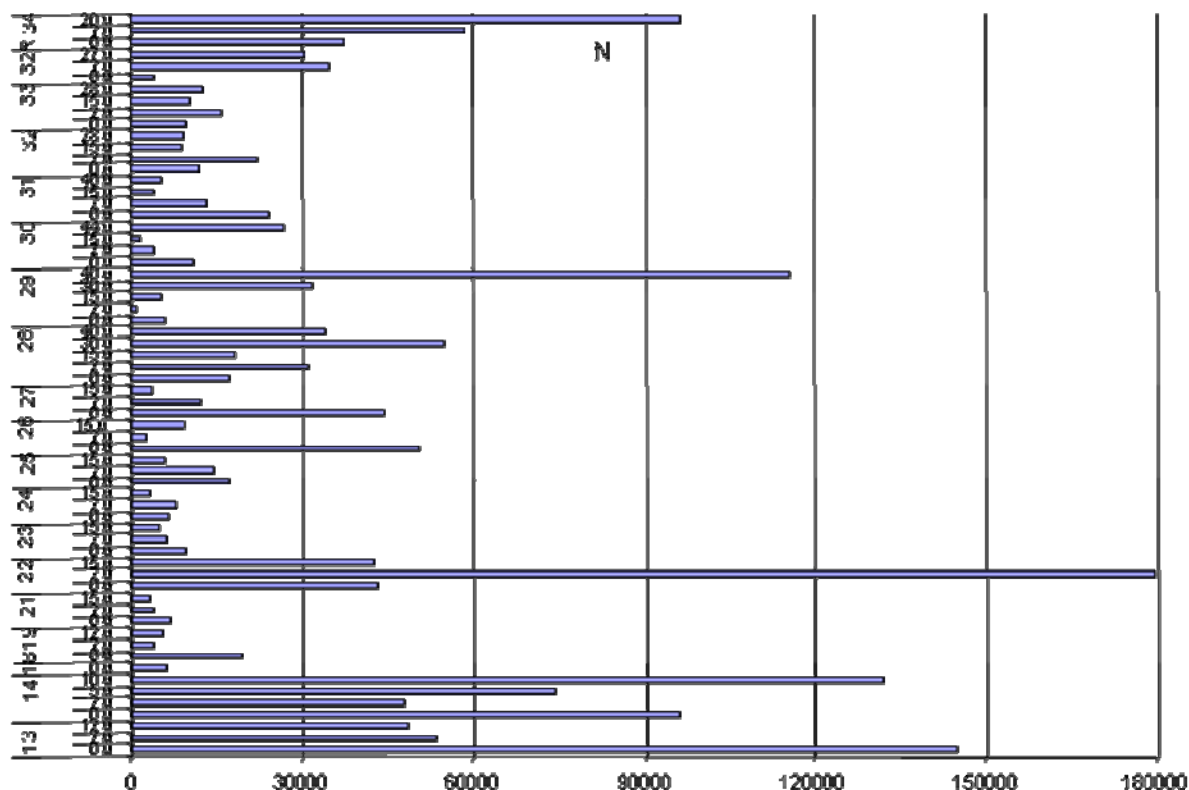


Рис. 3. Распределение численности (N) микроводорослей по станциям на разных горизонтах в сентябре 2010 г. в районе исследования

Fig. 3. Number of microalgae (N) in different layers on the sampling stations in September 2010 on the study area

Потенциально токсичные микроводоросли. За период исследования в составе фитопланктона обнаружено 9 потенциально токсичных видов, относящихся к 2 отделам: диатомовые водоросли и динофлагелляты (табл. 4). Диатомовые водоросли: *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *P. pungens*, динофитовые: *Dinophysis acuminata*, *D. acuta*, *D. norvegica*, *D. rotundata*, *Prorocentrum minimum*, *Protoceratium reticulatum* и *Proto-peridinium crassipes*. Исследования показали, что виды рода *Dinophysis* были наиболее широко распространены на акватории. Отмечено массовое развитие потенциально токсичного вида динофлагеллят – *Prorocentrum minimum*.

Исследования токсичных микроводорослей в дальневосточных морях России начались с конца 80-х гг. XX в. [18, 19]. В настоящее время на акватории дальневосточных морей обнаружено 27 видов микроводорослей, способных продуцировать токсины [20]. Токсины, вырабатываемые микроводорослями, могут передаваться по пищевым цепям, вызывать отравления людей и массовую гибель морских животных.

В районе исследования обнаружено два потенциально токсичных вида рода *Pseudo-nitzschia*: *P. delicatissima* и *P. pungens* (табл. 4). Виды рода *Pseudo-nitzschia* являются продуцентами нейротоксичной домоевой кислоты, которая служит причиной амнезических отравлений моллюсками – ASP – Amnesic Shellfish Poisoning [21]. В районе исследования *P. delicatissima* и *P. pungens* были встречены только в августе, их суммарная численность составляла 6,3 тыс. кл./л и не превышала уровня предельно допустимых концентраций (500 тыс. кл./л), при которых в странах ЕС вводят ограничения на вылов моллюсков в марикультурных хозяйствах. Согласно опубликованным данным, в 2001–2003 гг. у северо-восточного побережья о-ва Сахалин были зарегистрированы *P. delicatissima* (1,6 тыс. кл./л) и *P. pungens* (232,8 тыс. кл./л) [13], их численность превышала количественные параметры, полученные для этих видов в нашем исследовании.

Таблица 4

Максимальная численность (тыс. кл./л) потенциально токсичных микроводорослей в районе исследования в августе – сентябре 2010 г.

Table 4

Maximum of potentially toxic species number (thousand cells/L) on the study area in August – September 2010

Группа	Таксон	Тип отравления	Численность, тыс. кл./л	
			Август	Сентябрь
Диатомовые	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	ASP	3,2	-
	<i>P. pungens</i>	ASP	3,1	-
Динофлагелляты	<i>Dinophysis acuminata</i>	DSP	1,0	1,7
	<i>D. acuta</i>	DSP	0,5	1,4
	<i>D. norvegica</i>	DSP	0,1	0,4
	<i>D. rotundata</i>	DSP	0,1	0,4
	<i>Prorocentrum minimum</i>	NSP	-	50,4
	<i>Protoceratium reticulatum</i>	DSP	-	0,1
	<i>Protoperidinium crassipes</i>	AZP	0,1	0,8

Динофлагелляты, способные продуцировать токсины, были самой разнообразной по числу видов группой микроводорослей. Виды рода известны как возбудители диаретического отравления моллюсками – DSP – Diarrhetic Shellfish Poisoning [22]. Причиной этого отравления является омега-3 кислота, динофизис- и пектенотоксины. В период исследования было зафиксировано массовое развитие *D. acuminata* (1,0-1,7 тыс. кл./л) и *D. acuta* (0,5-1,4 тыс. кл./л), их численность превышала предельно допустимую концентрацию, установленную для этой группы фикотоксинов (0,2-0,5 тыс. кл./л). Численность остальных *Dinophysis* – *D. norvegica* (0,1-0,38 тыс. кл./л) и *D. rotundata* (0,1-0,38 тыс. кл./л) была ниже уровня ПДК. Присутствие в летнем планктоне *Dinophysis* у северо-восточного побережья о-ва Сахалин подтверждается литературными данными [13]. В проведенном нами исследовании численность видов была схожей или выше, отмечено большее видовое разнообразие *Dinophysis*, так, *D. norvegica* отмечен для этой акватории впервые.

За период исследования *Prorocentrum minutum* был наиболее многочисленным. С массовым развитием этого вида связывают нейротоксические отравления моллюсками, зарегистрированные в странах АТР. Вид является потенциально токсичным и широко распространен в дальневосточных морях России. В период наших исследований численность *P. minutum* достигала 50,4 тыс. кл./л и составляла 87 % от общей численности фитопланктона. В 2001-2003 гг. численность *P. minimum* у северо-восточного побережья о-ва Сахалин составляла 3,2 тыс. кл./л [13].

Потенциально токсичный вид *Protoceratium reticulatum* широко известен как продуцент йезотоксинов. Механизм физиологического действия йезотоксинов пока не ясен; они не вызывают диареи, возможно отнесение этих соединений к DSP-токсинам ошибочно [23]. В нашем исследовании численность вида не превышала 0,1 тыс. кл./л, по литературным сведениям, на этой акватории вид может достигать 0,9 тыс. кл./л [13].

Потенциально токсичный вид *Protopheridinium crassipes* известен как продуцент токсичных азаспирокислот (AZAs), и с развитием этого вида связывают случаи азаспирокислотного отравления моллюсками в Западной Европе (AZP – Azaspiracid Shellfish Poisoning). *P. crassipes* в районе исследования встречался на протяжении всего периода наблюдений, в сентябре был зарегистрирован при максимальной численности 0,8 тыс. кл./л.

Продолжение исследований фитопланктона прибрежных вод северо-восточного побережья о-ва Сахалин показало увеличение численности потенциально токсичных видов *Dinophysis* и *P. minimum* по сравнению с началом 2000-х гг. Массовое развитие на акватории исследованного района, который является местом нагула корейско-охотской популяции серого кита, опасных для морских млекопитающих микроводорослей свидетельствует о необходимости дальнейшего мониторинга фитопланктона и установления регулярного контроля над составом и обилием потенциально опасных организмов.

Список литературы

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. 9. Охотское море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. – М.: Гидрометеоздат, 1993. – 168 с.
2. Тюрнева, О.Ю. Сезонные перемещения серых китов (*Eschrichtius robustus*) между кормовыми районами на северо-восточном шельфе о. Сахалин: сб. науч. тр. 4-й Междунар. конф. / О.Ю. Тюрнева, М.К. Маминов, Е.П. Швецов и др. – СПб.: Изд-во СПб. университета, 2006. – С. 530-535.
3. Marukawa, H. Plankton list and some species of Copepoda from the northern waters of Japan // Bull. Inst. Oceanogr. – 1921. – № 384. – P. 1-5.
4. Aikawa, H. On the planktology of Okhotsk Sea in autumn // Bull. Jap. Soc. Fish. – 1933. – Vol. 2, № 4. – P. 175-182.
5. Aikawa, H. On the diatom communities in the water surrounding Japan // Rec. Oceanogr. Works Japan. – 1936. – Vol. 8, № 1. – P. 1-159.
6. Киселев, И. А. Состав фитопланктона морских вод Южного Сахалина и Южных Курильских островов // Исслед. дальневост. морей. – 1959. – Вып. 6. – С. 162-172.
7. Смирнова, Л. И. Фитопланктон Охотского моря и прикурильского района / Тр. ИО АН СССР. – 1959. – Т. 30. – С. 3-51.
8. Рура, А. Д. Фитопланктон прибрежных вод Южного Сахалина / Исслед. фауны морей. – 1985. – Т. 30. – С. 69-71.
9. Селина, М.С. Дополнение к флоре микроводорослей планктона Охотского моря / М.С. Селина, Т.Ю. Орлова // Ботан. журн. – 2001. – Т. 86, № 9. – С. 28-32.
10. Орлова, Т.Ю. Видовой состав фитопланктона прибрежных вод о-ва Сахалин / Т.Ю. Орлова, М.С. Селина, И.В. Стоник // Биол. моря. – 2004. – Т. 30, № 2. – С. 96-104.
11. Селина, М. С. Сезонная и межгодовая изменчивость видового состава фитопланктона залива Анива Охотского моря / М.С. Селина, И.В. Стоник, Г.А. Кантаков, Т.Ю. Орлова // Тр. СахНИРО. – 2005. – Т. 7. – С. 179-196.
12. Кантаков, Г.А. Адвекция, вертикальная устойчивость вод и особенности пространственно-временного распределения фитопланктона в заливе Анива Охотского моря в 2001-2003 гг. / Г.А. Кантаков, И.В. Стоник, М.С. Селина, Т.Ю. Орлова // Тр. СахНИРО. – 2007. – Т. 9. – С. 295-324.

13. Орлова, Т.Ю. Фитопланктон прибрежных вод острова Сахалин и потенциально токсичные виды в его составе / Т.Ю. Орлова, М.С. Селина, И.В. Стоник, Т.В. Морозова, О.Г. Шевченко. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – С. 233-263.
14. Федоров, В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. – М.: МГУ, 1979. – 168 с.
15. Коновалова Г.В. Структура планктонного фитоценоза залива Восток Японского моря // Биол. моря. – 1984. – № 1. – С. 13-23.
16. Сорокин, Ю.И. Первичная продукция в Охотском море. – М.: ВНИРО, 1997. – С. 103-110.
17. Шунтов, В.П. Биология дальневосточных морей России. – Владивосток, 2001. – 580 с.
18. Коновалова, Г.В. Морфология трех видов *Alexandrium* (Dinophyta) из прибрежных вод Восточной Камчатки // Ботан. журн. – 1989. – Т. 74, № 10. – С. 1401-1409.
19. Коновалова, Г.В. «Красные приливы» в дальневосточных морях России и прилегающих акваториях Тихого океана (обзор) // Альгология. – 1992. – Т. 2, № 4. С. 87-93.
20. Orlova, T.Y. Harmful algal blooms on the eastern coast of Russia / T.Y. Orlova, G.V. Konovalova, I.V. Stonik, M.S. Selina, T.V. Morozova, O.G. Shevchenko // PICES Scientific Report. – 2002b. - № 23. – P. 47-73.
21. Subba Rao, D.V., Domoic acid – a neurotoxic amino acid produced by the marine diatom *Nitzschia pungens* in culture / D.V. Subba Rao, M.A. Quilliam, R.Can. Pocklington // J. Fish. Aquat. Sci. – 1988. – Vol. 45, № 12. – P. 2076-2079.
22. Lee, J.-S. Determination of diarrhetic toxins in various dinoflagellate species / J.-S. Lee, T. Igarashi, S. Fraga, E. Dahl, P. Hovgaard, T. Yasumoto // J. Appl. Phycol. – 1989. – Vol. 1. – P. 147-152.
23. Paz, B. Yessotoxins, a Group of Marine Polyether Toxins: an Overview / B. Paz, A.H. Daranas, M. Norte, P. Riobó, J.M. Franco, J.J. Fernández // Mar. Drugs. – 2008. – Vol. 6. – P. 73-102.

Сведения об авторах: Шевченко Ольга Геннадьевна, кандидат биологических наук, e-mail: 713553@mail.ru;

Пономарева Анна Андреевна, лаборант, e-mail: anna_andreevna7@mail.ru.

ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА

УДК 639.2.081.16

Е.В. Осипов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК ДОННОГО ЯРУСА ПРИ ПОСТАНОВКЕ

Предложена методика расчета характеристик донного яруса при постановке, позволяющая находить начальные значения его параметров во время застоя. При расчете учитывается скорость движения судна и скорость выметки яруса. Получено новое решение задачи равновесия поводца с учетом его заглубления. Результаты численного моделирования согласуются с данными экспериментов, проведенных в промысловых условиях, приведенных в работе [6]. Показано влияние на процесс постановки параметров яруса, скорости установки и глубины, на которую устанавливается ярус. В частности, показано увеличение, с глубиной и скоростью установки, натяжения хребтины яруса в нижней его точке (соприкосновения хребтины с грунтом).

Ключевые слова: постановка яруса, расчет орудия рыболовства.

E.V. Osipov

METHOD OF CALCULATION OF CHARACTERISTICS OF BOTTOM LONGLINE AT STATEMENT

The paper proposed a method for calculating the characteristics of bottom tier at statement that allows finding the initial values of its properties during stagnation. Taken into account when calculating the speed of the ship and the speed statement tier. Obtain a new solution of the equilibrium snoods, given its penetration. The results of numerical simulations are consistent with experimental data carried out in field conditions is given in [6]. Shows the effect on the process of setting parameters tiers, speed of installation and the depth that the story is set. In particular, we show an increase with depth and speed of installation, the tension in the lower tier of mainline him at (mainline contact with the ground).

Keywords: setting longline, the calculation of fishing gear.

Введение

Задача постановки яруса совпадает с задачей Аппеля [1], где с цилиндра, ось которого движется поступательно с постоянной скоростью v (скорость судна), сматывается с той же скоростью $v_n = v$ и укладывается на горизонтальную плоскость однородная и нерастяжимая нить. В работах [2, 3], посвященных задачи прокладки кабеля, используется подход, когда кабель делится на участки и находится последовательно условие равновесия каждого такого участка. В отличие от этих решений ярус является неоднородным и может сматываться с $v_n \geq v$, однако общий подход описания физики процессов совпадает. Ярус участвует в составном движении, где в переносном движении он набегаёт на среду со скоростью v , которая направлена горизонтально, а v_n представляет собой обычную силу трения при нулевом угле атаки нити [1]. В этом случае модель гибкой нити для задачи постановки яруса совпадает с моделью кольцевого яруса, изложенной в работе [4], но при других граничных условиях.

Результаты и их обсуждение

Постановку яруса можно разбить на следующие задачи:

- первая задача – первоначальный концевой якорь достигает грунта, этот процесс возникает при начале постановки яруса;
- вторая задача – часть хребтины или концевого буйрепа уже лежит на грунте и происходит ее выметка, является самым длительным процессом при постановке яруса;
- третья задача – конечный концевой якорь достигает грунта, этот процесс завершает постановку яруса.

Рассмотрим случай, когда часть хребтины или концевого буйрепа уже лежит на грунте и происходит ее выметка (вторая задача), тогда граничными условиями на участке *AB* (рис. 1) будут следующие: в точке *B* угол $\alpha_B \approx -\pi$, в точке *A* задаемся $T_A = [-1 : -Q]$, углом α_A – варьируем, для существующих типов постановки донного яруса $v_n = v$, глубиной постановки *h* задаемся, а длина яруса $l_{\text{я}}$ рассчитывается, уравнения гибкой нити [4] при этих условиях приобретают вид:

$$\begin{aligned} T^5 &= q_z \sin a \cos \varphi - r_{xu} \cos a + r_{zu} \sin a + r_{xn}; \\ \alpha^5 &= (q_z \cos a \cos \varphi + r_{xu} \sin a + r_{zu} \cos a) / T; \\ \varphi^5 &= (q_z \sin \varphi + r_{yu}) / (T \sin a); \quad r_{xn} = C_{xn}(0^\circ) \frac{\rho v_n^2}{2} d, \end{aligned} \tag{1}$$

где v_n – скорость нити (скорость сматывания); r_{xn} – сопротивление движения нити, приходящееся на единицу ее длины.

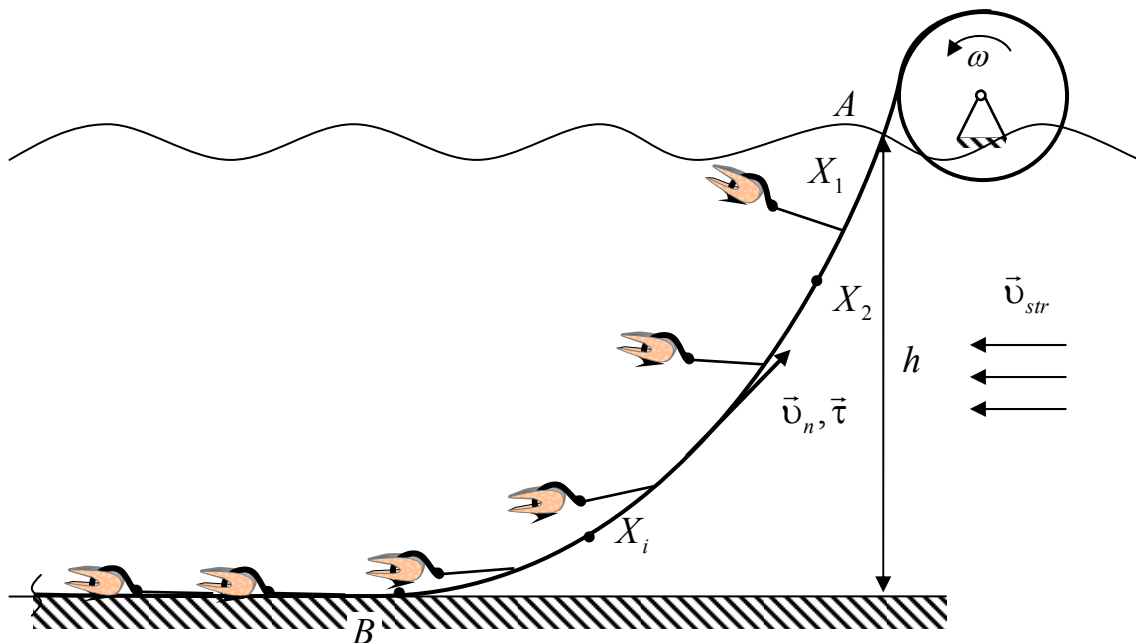


Рис. 1. Расчетная схема постановки яруса
 Fig. 1. Calculation scheme of the longline

В нашем случае, как и для расчета кольцевого яруса, характеристики системы *поводец – наживка* необходимо производить для каждого соединения с хребтиной, поскольку

на эту систему влияет v_n , направленная параллельно вектору $\vec{\tau}$ (см. рис. 1). Тогда расчет сил, действующих на наживку, найдем по формулам:

$$\begin{aligned}
 \operatorname{tg} \varphi_0^{str} &= \frac{-R_y^{str}}{R_z^{str} + Q_z}; \quad \operatorname{tg} \alpha_0^{str} = \frac{-R_z^{str} + Q_z}{R_x^{str} \cos \varphi_0}; \\
 (T_0^{str})^2 &= (R_x^{str})^2 + (R_y^{str})^2 + (R_z^{str} + Q_z)^2; \\
 \operatorname{tg} \varphi_0 &= \frac{T_0^{str} \sin \alpha_0^{str} \sin \varphi_0^{str} + R_x^n \sin \alpha_i^\tau \sin \varphi^\tau}{T_0^{str} \sin \alpha_0^{str} \cos \varphi_0^{str} + R_x^n \sin \alpha^\tau \cos \varphi^\tau}; \\
 \operatorname{tg} \alpha_0 &= \frac{T_0^{str} \sin \alpha_0^{str} \cos \varphi_0^{str} + R_x^n \sin \alpha^\tau \cos \varphi^\tau}{(T_0^{str} \cos \alpha_0^{str} + R_x^n \cos \alpha^\tau) \cos \varphi_0}; \quad T_0 = \frac{T_0^{str} \cos \alpha_0^{str} + R_x^n \cos \alpha^\tau}{\cos \alpha_0}; \\
 Q_z &= k_w M g; \quad R_x^n = C_x (0^0) \frac{\rho v_n^2}{2} S; \quad R_x = C_x \frac{\rho v_{str}^2}{2} S, \quad (x, y, z),
 \end{aligned} \tag{2}$$

где Q – вес в воде; M – масса; R_x^{str} , R_y^{str} , R_z^{str} – проекции гидродинамической силы по \vec{v}_{str} на оси x , y , z земной системы координат ($z \downarrow \downarrow g$); R_x^n – проекции гидродинамической силы наживки по \vec{v}_n , который в первом приближении совпадает с вектором $\vec{\tau}$ хребтины в точке соединения с поводком или непосредственно с наживкой, а α^τ , φ^τ – угол атаки крена и крена плоскости потока хребтины; k_w – коэффициент веса в воде; C_x, C_y, C_z – коэффициенты гидродинамических сил; S – характерная площадь объекта; (x, y, z) – символ круговой перестановки индексов; T_0 – натяжение в точке соединения с другим объектом; α_0 , φ_0 – угол атаки и крена плоскости потока объекта; v_n^0 – начальная скорость движения хребтины; t – время изменения скорости движения хребтины.

При расчете характеристик яруса при постановке расчетом поводков можно пренебречь, поскольку они имеют диаметр до 2 мм и длину до 300 мм, вследствие чего их гидродинамическое сопротивление на порядок меньше сопротивления наживки, поэтому

$$T_0^{нов} \approx T_0^{наж}; \quad \alpha_0^{нов} \approx \alpha_0^{наж}; \quad \varphi_0^{нов} \approx \varphi_0^{наж}. \tag{3}$$

Расчет граничных условий в месте соединения поводка с хребтиной найдем по формулам [5]:

$$\operatorname{tg} \varphi_1^0 = \frac{\sum_{i=1}^n T_i \sin \alpha_i \sin \varphi_i}{\sum_{i=1}^n T_i \sin \alpha_i \cos \varphi_i}; \quad \operatorname{tg} \alpha_1^0 = \frac{\sum_{i=1}^n T_i \sin \alpha_i \cos \varphi_i}{\cos \varphi_1^0 \sum_{i=1}^n T_i \cos \alpha_i}; \quad T_1^0 \cos \alpha_1^0 = \sum_{i=1}^n T_i \cos \alpha_i, \tag{4}$$

где i -й входной канат; n – количество входных канатов.

Алгоритм расчета. В систему вводятся характеристики яруса, глубина h , скорость судна v и выметки хребтины v_n , затем:

1. Задаемся α , T .
2. Рассчитываем характеристики хребтины по уравнениям (1) из точки A до точки X_1 .

3. Находим характеристики наживки по формулам (2).
4. Определяем параметры поводца из условия (3).
5. Рассчитываем по (4) T_0 , α_0 , φ_0 в узловом соединении X_1 .
6. Рассчитываем характеристики хребтины по уравнениям (1) из точки X_1 до точки X_2 .
7. Находим характеристики груза по формулам (2).
8. Рассчитываем по формулам (4) T_0 , α_0 , φ_0 в узловом соединении X_2 .
9. Рассчитываем характеристики хребтины (пункт 2-8) пока значение $z \geq h$.

Для проверки адекватности разработанной модели была создана программа численного моделирования постановки яруса (рис. 2), в качестве экспериментальных данных использовались данные исследований, приведенные в работе [6], результаты сведены в таблицу.

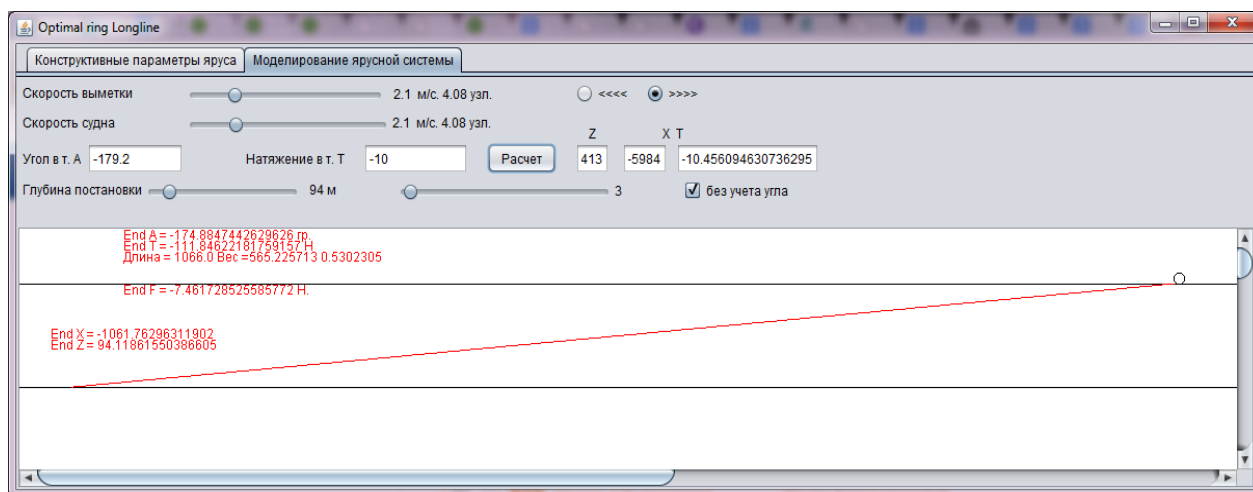


Рис. 2. Программа численного моделирования постановки яруса
 Fig. 2. The program is the numerical modeling of the longline

Сравнительные данные численного моделирования и экспериментальных данных, приведенных в работе [6]
Comparative data of numerical modeling and experimental data presented in [6]

Характеристика	Хребтина без загрузки		Хребтина с загрузкой	
	Эксперимент	Числ. модел.	Эксперимент	Числ. модел.
Диаметр хребтины, мм	9,0		9,5	
Коэффициент веса материала хребтины в воде	0,2		0,11	
Распределенный груз, г/м	15		50	
Скорость судна, уз	6,3		5,2	
Расстояние от борта судна участка хребтины, находящегося на поверхности, м	Эксперимент	Числ. модел.	Эксперимент	Числ. модел.
	8,1 ± 1	7,9	6,1 ± 1	5,9
Расстояние от борта судна участка хребтины, находящегося на глубине 1 м, м	57,0 ± 10	57,9	24,7 ± 6	19,9
Расстояние от борта судна участка хребтины, находящегося на глубине 2 м, м	87,7 ± 19	105,9	32,7 ± 6	35,9

Выводы

В работе приведена методика расчета постановки донного яруса, которая позволяет находить его параметры:

1) время погружения хребтины яруса, результаты, приведенные в таблице, позволяют сделать вывод, что модель достаточно точно описывает погружение хребтины яруса;

2) натяжение хребтины яруса в нижней точке (соприкосновения хребтины с грунтом) позволяет определять начальные значения ($T_i, \alpha_i, \varphi_i, x_i, y_i, z_i$, где i – элемент яруса), в ходе численного моделирования это натяжение возрастает с глубиной и скоростью установки яруса, а также зависит от характеристик яруса.

Необходимо отметить, что во всех работах по расчету донных и придонных ярусов [8-10] начальными значениями ($T_i, \alpha_i, \varphi_i, x_i, y_i, z_i$) задаются, что некорректно в случаях, когда расстояние между грузовыми линиями выбирается произвольно.

Таким образом, полученная методика расчета характеристик донного яруса при постановке позволяет решать задачи проектирования новых конструкций ярусов.

Список литературы

1. Меркин Д.Р. Введение в механику гибкой нити. – М.: Наука, 1960. – 240 с.
2. Prpić-Oršić Jasna, Nabergoj Radoslav. Nonlinear dynamics of an elastic cable during laying operations in rough sea Applied Ocean Research. – Vol. 27. – Issue 6. – P. 255-264. December 2005.
3. Yuanhui Wang, Xinqian Bian, Xiaoyun Zhang and Wenbo Xie. A study on the influence of cable tension on the movement of cable laying ship // OCEANS 2010. IEEE 10.1109/OCEANS.2010.5664404.
4. Осипов Е.В. Методика расчета кольцевого яруса // Научные труды Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – № 20. – С. 111-116.
5. Осипов Е.В. Объектно-ориентированные методы расчета орудий рыболовства. – Владивосток: ТИПРО-Центр, 2009. – 89 с.
6. Артюхин Ю.Б., Винников А.В., Терентьев Д.А. Морские птицы и донное ярусное рыболовство в Камчатском регионе. – М.: WWF, 2006. – 56 с.
7. Габрюк В.И., Габрюк А.В., Осипов Е.В. Моделирование крючковых рыболовных систем / 2-е изд., испр. и доп. – Владивосток: ТИПРО-Центр, 2004. – 120 с.
8. Габрюк В.И., Кокорин Н.В., Осипов Е.В., Чернецов В.В. Механика орудий рыболовства. – Владивосток: ТИПРО-Центр, 2006. – 304 с.
9. Габрюк В.И., Чернецов В.В., Бойцов А.Н. Основы моделирования рыболовных систем. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2008. – 560 с.
10. Габрюк В.И. Механика орудий рыболовства в математических моделях, алгоритмах, компьютерных программах. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – 519 с.

Сведения об авторе: Осипов Евгений Валериевич, кандидат технических наук, доцент, e-mail: oev@mail.ru.

УДК 639.2.081.117

А.А. Недоступ, А.О. РажевКалининградский государственный технический университет,
236000, г. Калининград, Советский проспект, 1**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПЛАВНОЙ СЕТИ**

Приводится методика расчета плавной сети с прямолинейными верхней и нижней подборками, находящимися перпендикулярно потоку воды.

Ключевые слова: плавная сеть, уравнения, динамика.

A.A. Nedostup, A.O. Razhev**MATHEMATICAL MODELING OF DYNAMIC PROCESSES DRIFTING NET**

The article provides a method of calculating a drifting net with headline and leadline, located perpendicular to the flow of water.

Keywords: drifting net, equations, dynamic.

Введение

Плавная сеть представляет собой объецаивающее орудие внутреннего и прибрежного рыболовства. Различают три способа эксплуатации сетей: плав по поверхности, плав «в полводы», или разноглубинный, и плав донный [1-5]. Конструкция плавной сети состоит из сетной оболочки, посадочных нитей, верхней, нижней и боковых подбор, оснастки верхней подборы (плава), оснастки нижней подборы (загрузки), угловых огонов сети, оттяжек, поводцов и вешек (рис. 1).

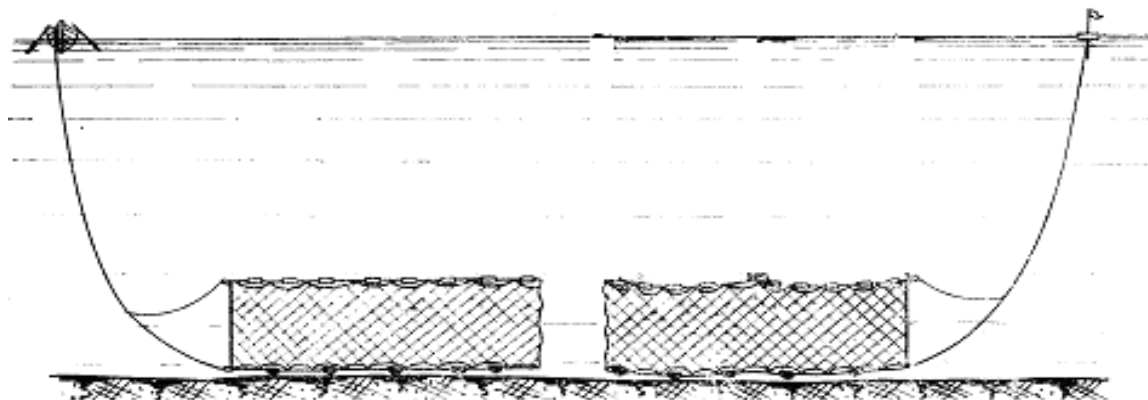


Рис. 1. Донная плавная сеть
Fig. 1. Drifting net

В процессе раскрытия и сплава сети рассчитываются соответствующие гидродинамические и гидростатические силы, действующие на различные элементы, определяется скорость различных элементов и их перемещение. Необходимо рассчитать параметры сети так, чтобы при различных скоростях течения ее форма в плане удовлетворяла условиям промысла, т.е. имела уловистость.

В данной статье предлагается математическая модель плавной одностенной сети, позволяющая по заданной конструкции и параметрам материала сети и внешней среды определить ее силовые и пространственно-временные характеристики.

Объекты и методы исследований

Рассмотрим метод моделирования поведения плавной сети с прямолинейными верхней и нижней подборками, находящейся в потоке воды с изменяющейся во времени скоростью течения. На верхней подборке сети расположены плавы, нижняя подборка подгружена. Сетная оболочка прикреплена поводцами за угловые огоны верхней и нижней подборки к оттяжкам вешек. Каждая оттяжка прикреплена к вешке. Рассмотрим участок сети между двумя вешками.

Пусть поток воды направлен параллельно поверхности воды, перпендикулярно горизонтальным подборкам. При таких условиях расчет можно проводить в плоскости, перпендикулярной подборкам ОХУ, т.е. в двухмерном пространстве. В плоскости ОХУ сетная оболочка представляет собой кривую. Разобьем кривую на несколько участков и заменим каждый участок отрезком прямой линии (рис. 2). Чем больше разбиений, тем точнее будет математическая модель. Поводцы и оттяжку вешки представим в виде дополнительных участков. Добавим узел в соединении оттяжки и поводцов и узел на месте крепления оттяжки к вешке. В результате получим ненаправленный односвязный граф, состоящий из множества вершин N , являющихся точками соединения отрезков (участков сети), и множества ребер, замещающих отрезки.

Сосредоточим массы и веса всех участков сети в узлах графа. Составим дифференциальные уравнения движения и определим начальные условия для каждого узла $i \in N$ [6]:

$$\begin{cases} \frac{d\bar{v}_i}{dt} = \bar{w}_i, & \bar{v}_i(0) = \bar{0} \\ \frac{d\bar{r}_i}{dt} = \bar{v}_i, & \bar{r}_i(0) = \bar{r}_i^0 \end{cases}, \quad (1)$$

где v_i – скорость узла i ; w_i – ускорение узла i ; r_i – координаты узла i ; r_i^0 – начальные координаты узла i ; t – время процесса моделирования.

Ускорение для каждого узла определяется из уравнения

$$m_i \bar{w}_i = \sum_{j \in N_i} \left((\bar{r}_j - \bar{r}_i) \frac{T_{ij}}{|\bar{r}_j - \bar{r}_i|} - \frac{\bar{R}_{ij} + (0, G_{ij})}{2} \right) + \bar{F}_i, \quad (2)$$

где m_i – сосредоточенная масса в узле i с учетом присоединенной массы; w_i – узловое ускорение в точке i ; R_{ij} – сила гидродинамического сопротивления, действующая на участок сети между узлами i и j ; G_{ij} – вес участка сети между узлами i и j ; r_i – координаты узла i ; r_j – координаты узла j ; T_{ij} – сумма сил натяжения всех ниток, пересекающих плоскость, проходящую между узлами i и j параллельно плоскости ОХЗ; F_i – дополнительная сила, зависящая от узла i ; N_i – множество всех узлов, смежных узлу i по ребру (i, j) .

При расчете ускорений необходимо учесть влияние присоединенной массы. Для упрощения вычислений будем считать присоединенную массу каждой нитки как для цилиндра диаметром, равным диаметру нитки. Присоединенная масса для цилиндра равна массе жидкости в его объеме [7, 8].

Суммарная сила натяжения на участке (i, j) определяется из уравнения

$$T_{ij} = \begin{cases} (|\bar{r}_j - \bar{r}_i| / L_{ij} - 1) E_{ij} A_{ij} & |\bar{r}_j - \bar{r}_i| > L_{ij} \\ 0 & |\bar{r}_j - \bar{r}_i| \leq L_{ij} \end{cases}, \quad (3)$$

где, A_{ij} – сумма площадей поперечного сечения всех ниток, оттяжек или поводцов на участке i, j плоскостью, проходящей между узлами i и j параллельно плоскости OXZ; L_{ij} – длина участка i, j при $T_{ij} = 0$ (без растяжения); E_{ij} – модуль упругости материала участка сети (для капрона принят $1,7 \cdot 10^9$ Па).

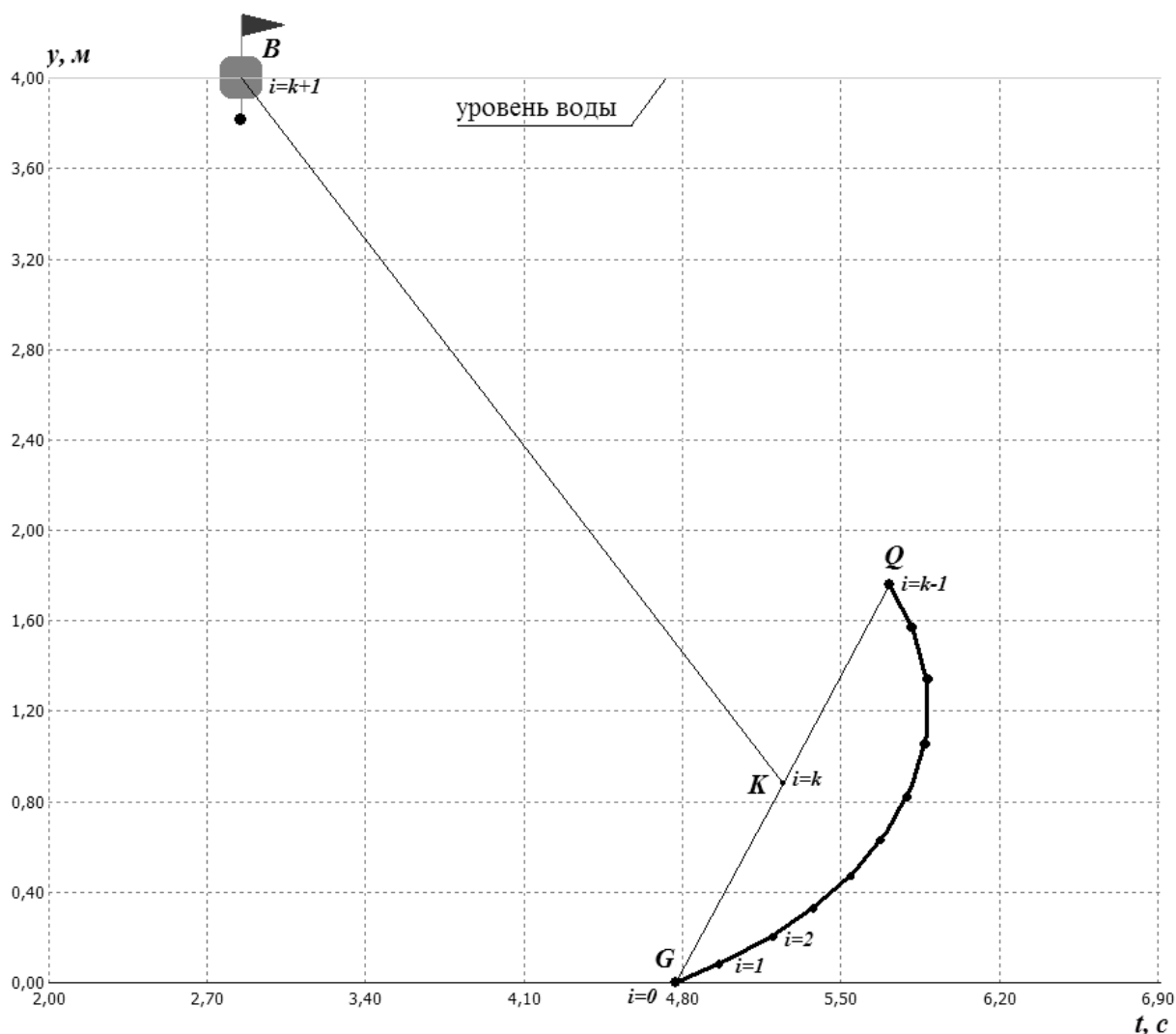


Рис. 2. Вид сети в плоскости OXY
 Fig. 2. View drifting net in plane OXY

Найдем для каждого узла m_i и F_i , а для каждого участка G_{ij} , R_{ij} и A_{ij} и подставим их в уравнения (2) и (3):

$$m_i = m_{0i} + \frac{1}{2} \sum_{j \in N_i} ((\rho_{ij} + \rho)V_{ij}), \tag{4}$$

$$G_{ij} = (\rho_{ij} - \rho)V_{ij}g, \tag{5}$$

где ρ_{ij} – усредненная плотность ниток участка i, j ; ρ – плотность воды; V_{ij} – объем ниток участка i, j ; m_{0i} – собственная масса (с учетом присоединенной) узла i без участков.

Для узлов $i = [1 \dots k - 2]$ и $i = k$: $F_i = 0$; $m_{0i} = 0$.

Для узла $i = 0$ (нижняя подбора, точка G):

$$\begin{aligned} \overline{F}_i &= -\overline{(0, 2Gnau_x)} - \overline{e}_i R_G - \overline{(F_f, 0)}, \\ m_{0i} &= \frac{2nau_x G (\rho_G + \rho)}{(\rho_G - \rho)g}, \end{aligned} \quad (6)$$

где G – погонный вес в воде нижней подборы; n – количество ячей по верхней подборе; u_x – посадочный коэффициент по верхней подборе; a – шаг ячее; R_G – сила гидродинамического сопротивления участка нижней подборы; e_i – единичный вектор, имеющий направление скорости перемещения узла i относительно потока воды; F_f – сила трения нижней подборы о дно водоема; ρ_G – усредненная плотность нижней подборы с загрузкой.

Для узла $i = k - 1$ (верхняя подбора, точка Q):

$$\overline{F}_i = \overline{(0, 2Qnau_x)} - \overline{e}_i R_Q, \quad (7)$$

$$m_{0i} = \frac{2nau_x Q (\rho_Q + \rho)}{(\rho - \rho_Q)g}, \quad (8)$$

где Q – погонная плавучесть верхней подборы; R_Q – сила гидродинамического сопротивления участка верхней подборы; ρ_Q – усредненная плотность верхней подборы.

Для узла $i = k + 1$ (вешка, точка B):

$$\overline{F}_i = \overline{(0, 2Q_v)} - \overline{e}_i R_v, \quad (9)$$

$$m_{0i} = \frac{Q_v (\rho_v + \rho)}{(\rho - \rho_v)g}, \quad (10)$$

где Q_v – плавучесть вешки; ρ_v – усредненная плотность вешки; R_v – сила гидродинамического сопротивления вешки.

Единичный вектор, имеющий направление скорости перемещения узла i относительно потока воды:

$$\overline{e}_i = \frac{\overline{v}_i - \overline{(v, 0)}}{\left| \overline{v}_i - \overline{(v, 0)} \right|}. \quad (11)$$

Для вычисления силы гидродинамического сопротивления R_{ij} используются эвристические зависимости [9], связывающие проекции этих сил на оси локальной декартовой системы координат с проекциями участка сети в той же системе координат. В локальной системе координат ось Ox направлена по вектору e_i . Переведем координаты участка i, j в локальную систему координат с началом в точке r_i , выполнив аффинное преобразование [10]:

$$\overline{(r_x, r_y)}_{ij} = M_i \cdot (\overline{r}_j - \overline{r}_i), \quad (12)$$

где r_x и r_y – проекции участка сети на оси локальной системы координат; M_i – матрица поворота.

После вычисления сил гидродинамического сопротивления в локальной системе координат необходимо выполнить обратное преобразование:

$$\overline{R}_{ij} = M_i^{-1} \cdot \overline{(R_x, R_y)}_{ij}, \quad (13)$$

где M_i^{-1} – обратная матрица поворота; R_x и R_y – проекции сил гидродинамического сопротивления участка i, j на оси локальной системы координат.

Матрица поворота находится по формулам

$$M_i = \begin{pmatrix} \cos \alpha_i & \sin \alpha_i \\ -\sin \alpha_i & \cos \alpha_i \end{pmatrix}, \quad (14)$$

$$\alpha_i = \arctan \frac{e_{iy}}{e_{ix}}, \quad (15)$$

где α_i – угол поворота; e_{ix} , e_{iy} – проекции вектора e_i на оси модельной системы координат.

Проекции гидродинамических сил имеют следующие эвристические зависимости от проекций участка сети:

$$R_x = \frac{1}{2} \left(c_0 + (c_{90} - c_0) \frac{r_y}{\sqrt{r_x^2 + r_y^2}} \right) |\overline{v}_i - \overline{v}|^2 \rho S_{ij}, \quad (16)$$

$$R_y = -\frac{1}{2} c_{90} \frac{r_x r_y}{r_x^2 + r_y^2} |\overline{v}_i - \overline{v}|^2 \rho S_{ij}, \quad (17)$$

где c_0 – гидродинамический коэффициент для сети, расположенной параллельно потоку воды; c_{90} – гидродинамический коэффициент для сети, расположенной перпендикулярно потоку воды; S_{ij} – площадь сечения ниток участка сети в плоскости, перпендикулярной вектору e_i .

Гидродинамические коэффициенты находятся по формулам [9]:

$$c_0 = F_o \text{Re}^{-0.165}, \quad (18)$$

$$c_{90} = 16 \left(\frac{2F_o}{\text{Re}} \right)^{0.28}, \quad (19)$$

$$\text{Re} = \frac{d}{\vartheta} |\overline{v}_i - \overline{v}|, \quad (20)$$

где F_o – сплошность сети; Re – число Рейнольдса для сети; ϑ – кинематическая вязкость воды.

Для участков сетной оболочки (между точками Q и G):

$$L_{ij} = 2ma\sqrt{1-u_x^2}, \quad (21)$$

$$A_{ij} = 2n \frac{\pi d^2}{4}, \quad (22)$$

$$S_{ij} = 4nmad, \quad (23)$$

$$V_{ij} = \frac{\pi}{4} S_{ij} d, \quad (24)$$

$$F_o = \frac{d}{au_x \sqrt{1-u_x^2}}, \quad (25)$$

где d – диаметр ниток сетной оболочки; m – количество ячеек на участке сетной оболочки по боковой подборе.

Для поводцов и оттяжки: L_{ij} – входной параметр, $F_o=1$,

$$A_{ij} = \pi d_{ij}^2 / 4, \quad (26)$$

$$V_{ij} = A_{ij} L_{ij}, \quad (27)$$

$$S_{ij} = L_{ij} d_{ij}, \quad (28)$$

где d_{ij} – диаметр поводца или оттяжки.

Рассчитаем гидродинамическую силу нижней и верхней подборы, используя эмпирические зависимости для цилиндра:

$$R_G = \frac{1}{2} b_1 k_{1G} \left(\frac{d_G |\bar{v}_0 - \bar{v}|}{g} \right)^{-0.16} |\bar{v}_0 - \bar{v}|^2 \rho d_G (2anu_x), \quad (29)$$

$$R_Q = \frac{1}{2} b_1 k_{1Q} \left(\frac{d_Q |\bar{v}_{k-1} - \bar{v}|}{g} \right)^{-0.16} |\bar{v}_{k-1} - \bar{v}|^2 \rho d_Q (2anu_x), \quad (30)$$

где d_G – диаметр нижней подборы; d_Q – диаметр верхней подборы; $b_1 = 4,2$ – коэффициент для шестипрядных полиэтиленовых канатов [9]; k_1 – поправочные коэффициенты, определяющие удлинение цилиндра.

$$k_{1G} = \frac{1}{1 + (d_G / (2anu_x))^{1/3}}. \quad (31)$$

$$k_{1Q} = \frac{1}{1 + (d_Q / (2am_x))^{1/3}} \quad (32)$$

Рассчитаем гидродинамическую силу сопротивления вешки, применив эмпирические зависимости для цилиндра:

$$R_v = \frac{1}{2} b_v k_v \left(\frac{d_v |\bar{v}_{k+1} - \bar{v}|}{g} \right)^{-0.16} |\bar{v}_{k+1} - \bar{v}|^2 \rho d_v h_v, \quad (33)$$

$$k_v = \frac{1}{1 + (d_v / h_v)^{1/3}}, \quad (34)$$

где d_v – диаметр пенопласта вешки; h_v – высота пенопласта вешки; $b_v = 3,0$ – коэффициент для гладкого цилиндра [11]; k_v – поправочный коэффициент, определяющий удлинение цилиндра.

Сила трения нижней подборы о дно водоема:

$$F_f = \begin{cases} \text{sgn}((\bar{v}_0 - \bar{v})_x) f F_y & |F_y| < 0 \\ 0 & |F_y| \geq 0 \end{cases}, \quad (35)$$

где F_y – проекция равнодействующей силы за вычетом силы трения, приложенных к нижней подборе на ось OY; f – коэффициент трения нижней подборы.

$$F_y = \left(\sum_{j \in [1, k]} \left(\frac{\bar{r}_j - \bar{r}_0}{|\bar{r}_j - \bar{r}_0|} \frac{T_{0,j}}{2} - \frac{\overline{R_{0,j}} + (0, G_{0,j})}{2} \right) + \bar{F}_0 \right)_y, \quad (36)$$

где r_0 – координаты нижней подборы.

Результаты и их обсуждение

Для проверки описанной математической модели плавной сети была создана компьютерная программа. Параметры моделируемой сети указаны в таблице. В начальный момент времени сеть была неподвижна. Нижняя подбора находилась на дне в начале системы координат. Вешки находились на поверхности воды в координатах $(0, Y)$, где $Y = 4$ м – глубина водоема в месте расположения сети. Скорость течения воды в течение всего процесса моделирования была постоянна и равна $v = 0,3$ м/с. Сетная оболочка была разбита по высоте на 10 одинаковых участков. Количество ячеек по вертикальной подборе 30.

Графики зависимостей различных параметров сети от времени показаны на рис. 3-8.

На графиках используются следующие обозначения: Q – верхняя подбора; G – нижняя подбора; K – точка соединения поводцов и оттяжки вешки; B – вешка; v – скорость течения; v_{Gx} – скорость нижней подборы по оси OX; v_{Qx} – скорость верхней подборы по оси OX; v_{Bx} – скорость вешки по оси OX; v_{Qy} – скорость верхней подборы по оси OY; v_{By} – скорость вешки по оси OY; T_Q – натяжение в верхнем поводце; T_G – натяжение в нижнем поводце; R – сила гидродинамического сопротивления сети, которая определяется как

сумма проекций на ось OX всех R_{ij} между узлами Q и G; F_f – сила трения нижней подборы о дно водоема.

Статья подготовлена в рамках выполнения гранта РФФИ № 11-08-00096-а.

Параметры донной ставной сети Parameters of drifting net

Параметр	Значение
Количество ячей по горизонтальной подбуре n	650
Количество ячей на участке m	3
Шаг ячеек a , мм	55
Посадочный коэффициент по верхней подбуре u_x	0,707
Длина верхнего поводца L_{k-1,k_2} , м	1,0
Длина нижнего поводца L_{0,k_3} , м	1,0
Длина оттяжки вешки $L_{k,k+1}$, м	4,0
Диаметр ниток сети d , мм	0,6
Плотность нижней подборы с грузом ρ_G , кг/м ³	7850
Плотность верхней подборы с поплавками ρ_O , кг/м ³	700
Плотность вешки ρ_v , кг/м ³	500
Плавучесть 1 м верхней подборы, Н	0,5
Вес 1 м ² сети, Н	0,029
Вес в воде 1 м нижней подборы, Н	1,5
Плавучесть вешки Q_v , Н	30
Коэффициент трения нижней подборы f	0,3

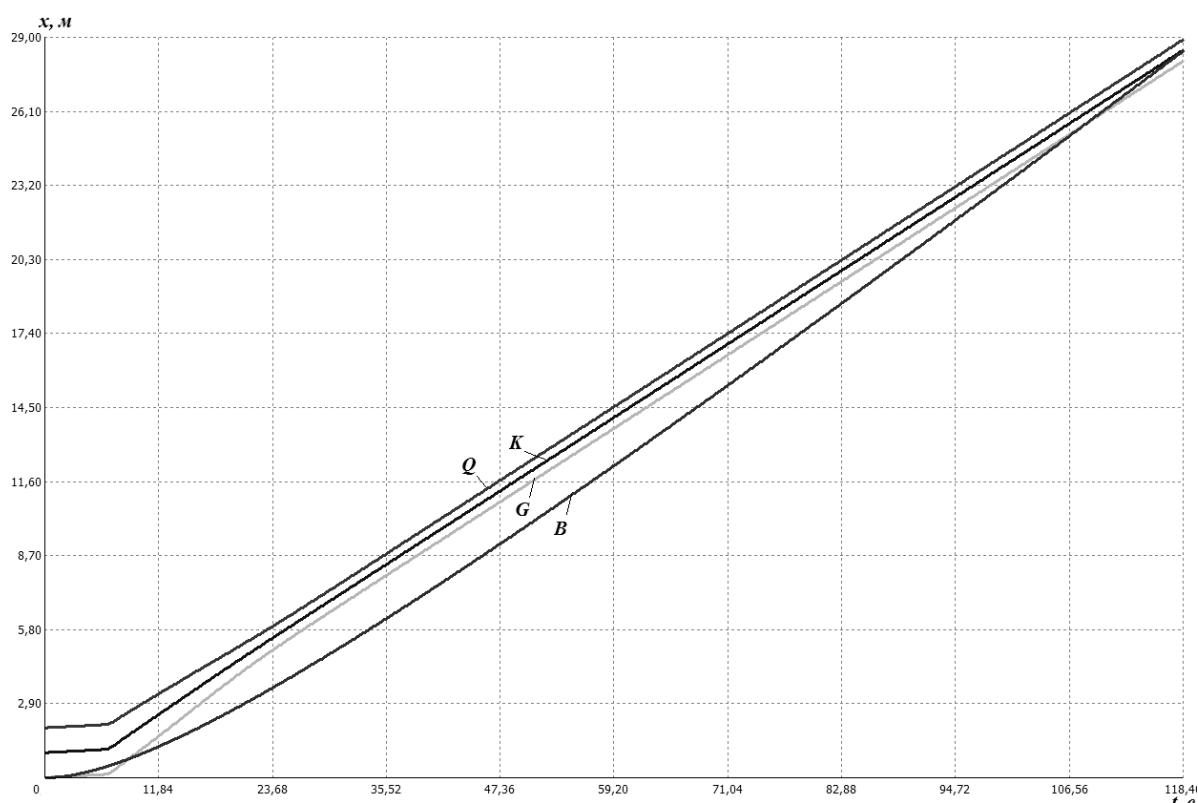


Рис. 3. Зависимость координат на оси OX от времени
Fig. 3. Dependence of coordinates on the OX axis from time

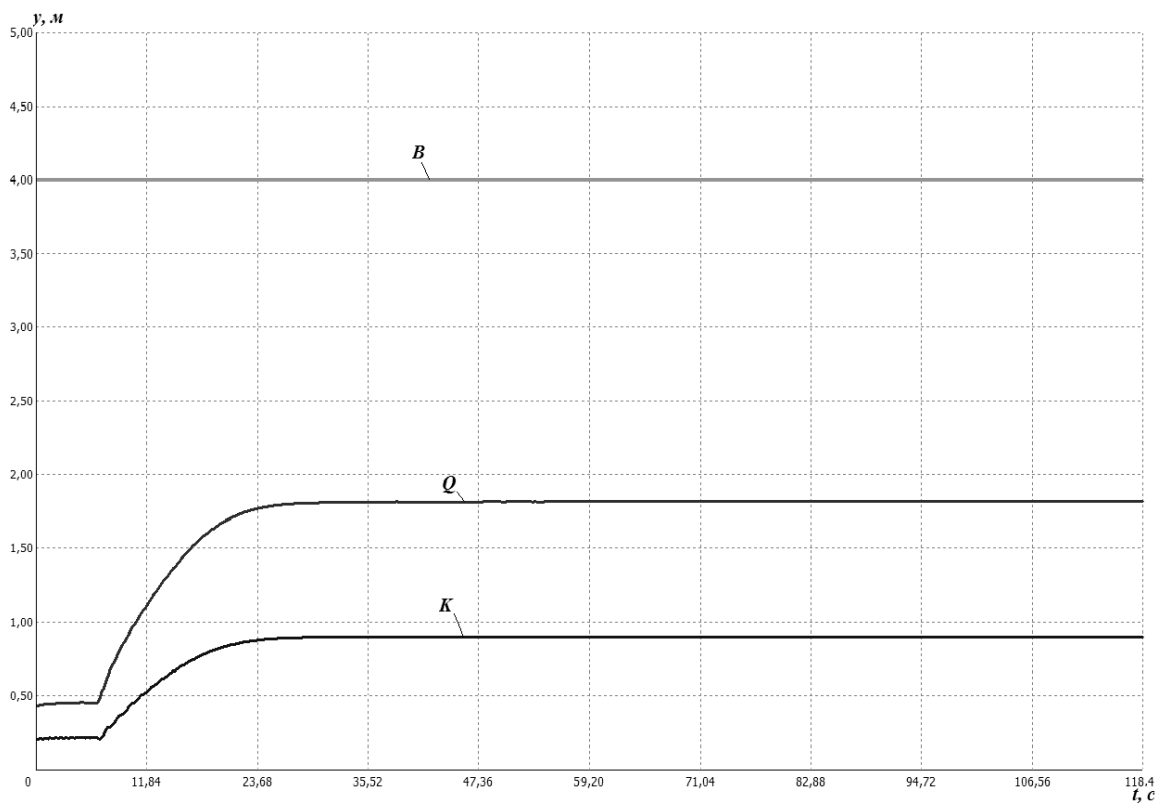


Рис. 4. Зависимость координат на оси OY от времени
 Fig. 4. Dependence of coordinates on the OY axis from time

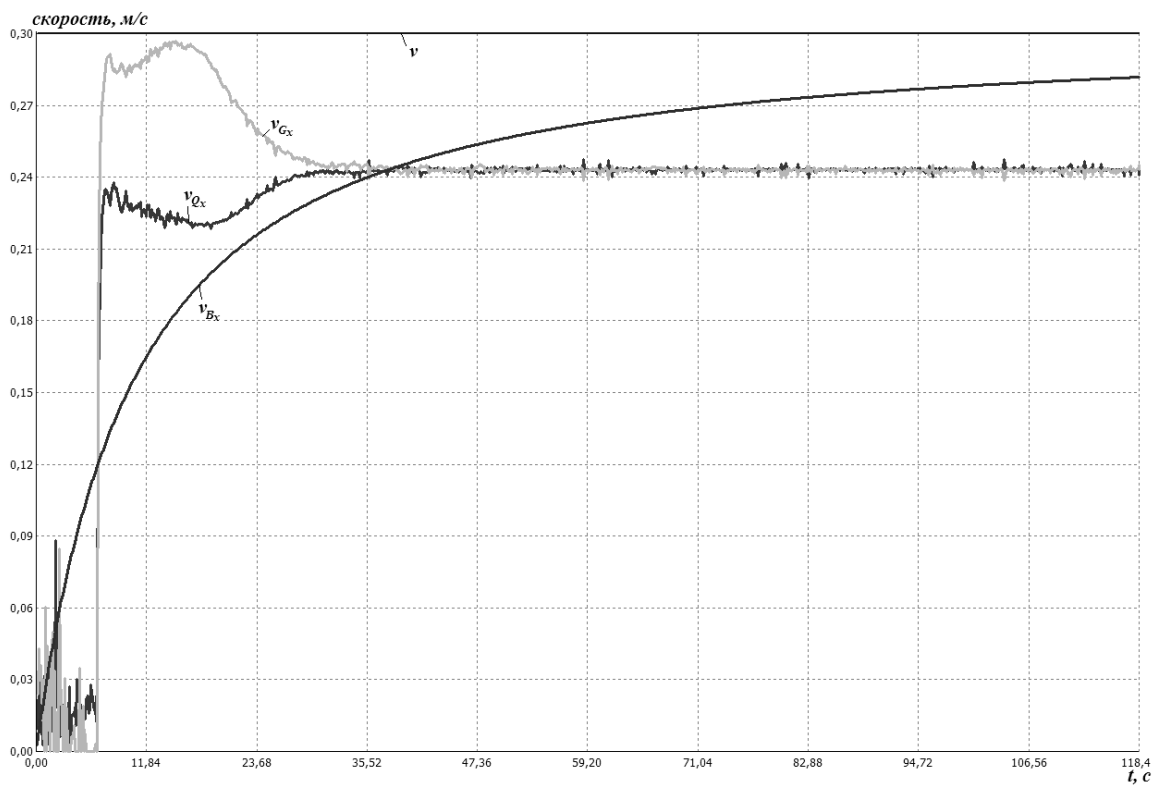


Рис. 5. Зависимость проекции скорости на ось OX от времени
 Fig. 5. Dependence of a projection of speed on the OX axis from time

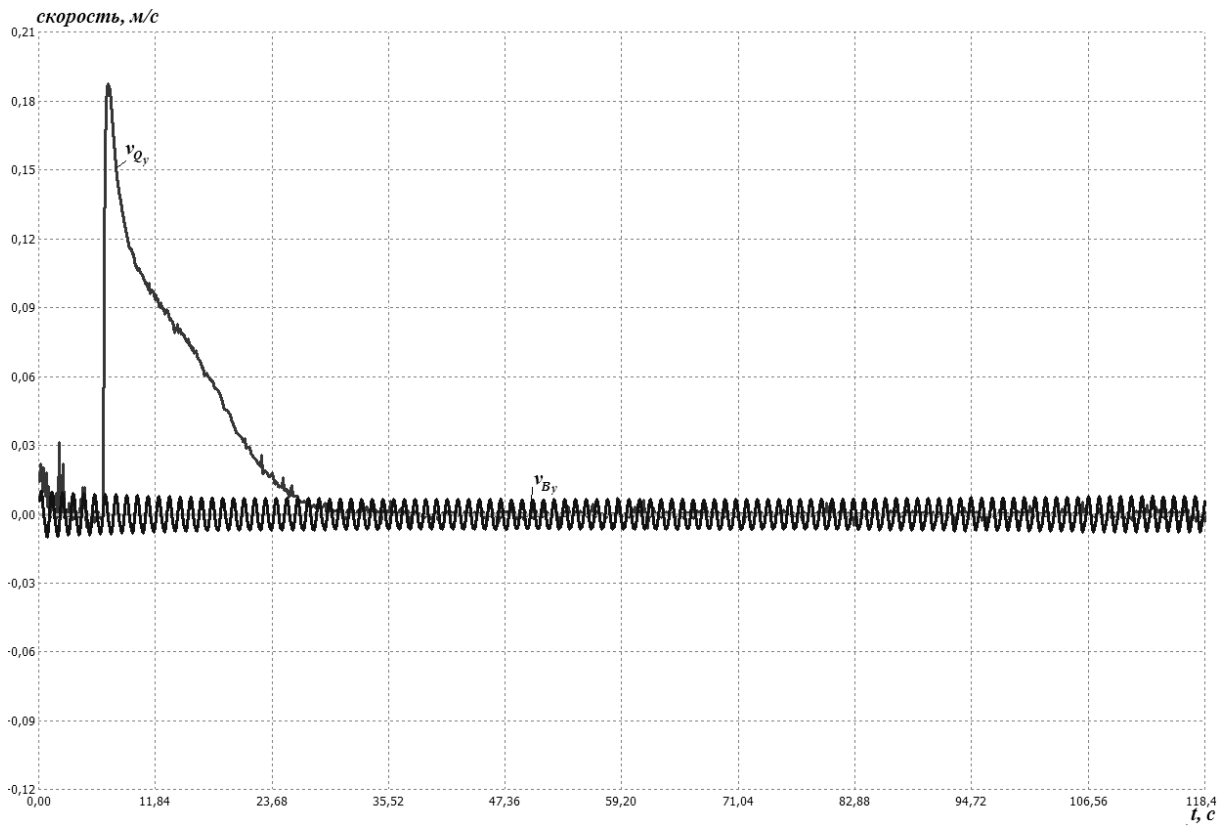


Рис. 6. Зависимость проекции скорости на ось OY от времени
 Fig. 6. Dependence of a projection of speed on the OY axis from time

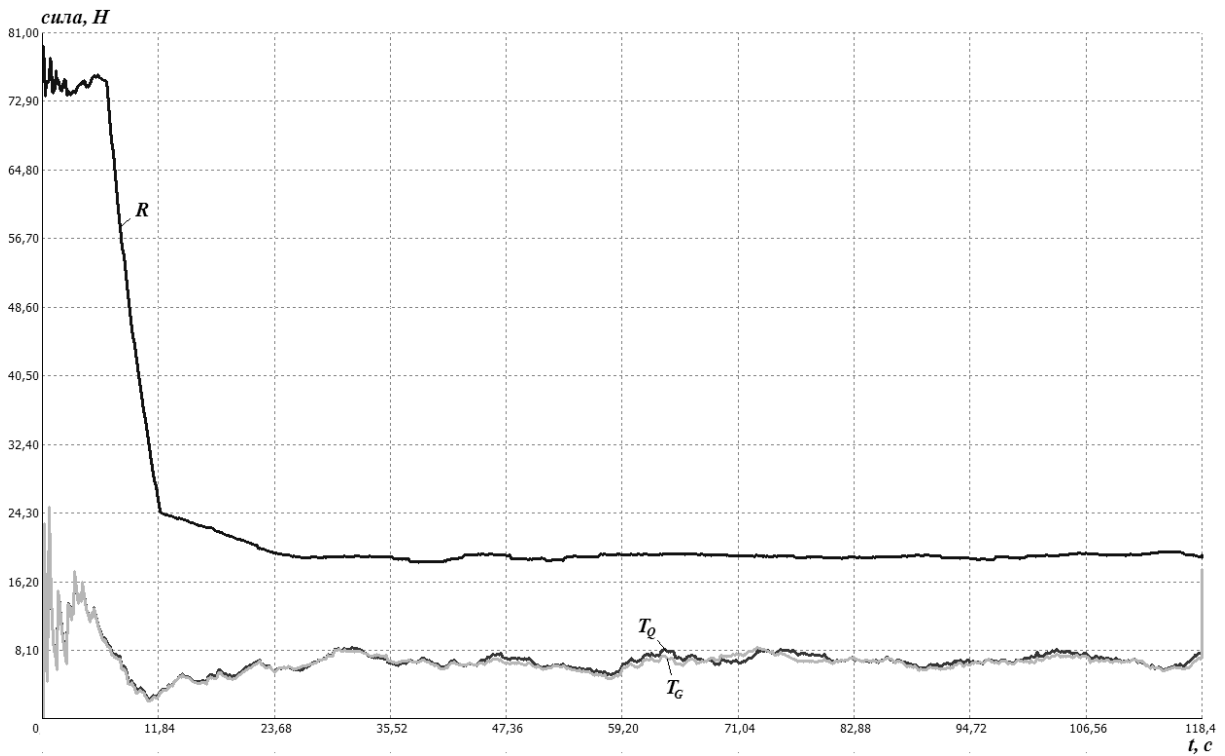


Рис. 7. Зависимость гидродинамической силы сопротивления и натяжений в поводках от времени
 Fig. 7. Dependence of hydrodynamic drag force and tension in streamer line from time

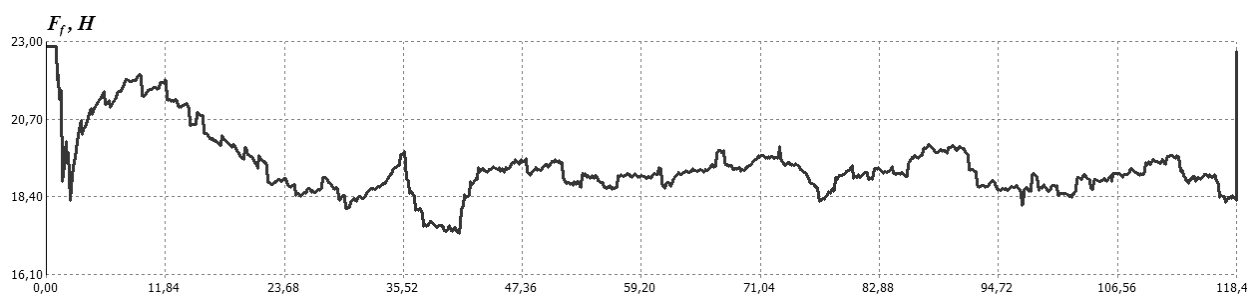


Рис. 8. Зависимость силы трения нижней подборы о дно водоема от времени
 Fig. 8. Dependence of frictional force leadline about a reservoir bottom from time

Список литературы

1. Баранов Ф.И. Теория и расчет орудий рыболовства. – М.: Пищепромиздат, 1948. – 436 с.
2. Баранов Ф.И. Техника промышленного рыболовства. – М.: Пищепромиздат, 1960. – 696 с.
3. Литвиненко А.И. Орудия промышленного рыболовства внутренних водоемов России: справ. Орудия промышленного рыболовства Сибири и Урала. – Тюмень: ГОСРЫБЦЕНТР, 2003а. – Т. 2. – 186 с.
4. Литвиненко А.И. Орудия промышленного рыболовства внутренних водоемов России: справ. Орудия промышленного рыболовства южных районов Европейской части России. – Тюмень: ГОСРЫБЦЕНТР, 2003б. – Т. 3. – 248 с.
5. Литвиненко А.И. Орудия промышленного рыболовства внутренних водоемов России: справ. Орудия промышленного рыболовства центрального, северного и северо-западного районов Европейской части России. – Тюмень: ГОСРЫБЦЕНТР, 2004. – Т. 4. – 242 с.
6. Недоступ А.А., Ражев А.О. Моделирование динамических характеристик ставной сети // Рыб. хоз-во. – 2013. – № 2. – С. 97-99.
7. Ламб Г. Гидродинамика / Пер. с англ. – М.; Л., 1947.
8. Риман И.С., Крепс Р.Л. Присоединенные массы тел различной формы. – М., 1947.
9. Недоступ А.А., Володько Д.А., Ражев А.О. Гидродинамический расчет рыболовной сети // Инженерные системы – 2012: сб. тр. V Междунар. науч.-практ. конф. – М.: РУДН, 2012. – С. 27-31.
10. Дорофеев С.Н. Геометрические преобразования в примерах и задачах. – Пенза: Информационно-издательский центр ПГУ, 2002. – 189 с.

Сведения об авторах: Недоступ Александр Алексеевич, проректор по информатизации и развитию, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой промышленного рыболовства, e-mail: nedostup@klgtu.ru;
 Ражев Алексей Олегович, младший научный сотрудник научно-исследовательского центра рыболовства и рыбохозяйственного образования, e-mail: progacpp@live.ru.

УДК 639.2.081.117

А.А. Недоступ, А.О. Ражев

Калининградский государственный технический университет,
236000, г. Калининград, Советский проспект, 1

СОЗДАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ ПО РАСЧЕТУ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАВНОЙ СЕТИ

Приводится описание компьютерных программ моделирования плавной сети с прямолинейными верхней и нижней подбором, находящимися перпендикулярно потоку воды.

Ключевые слова: плавная сеть, динамика, компьютерная программа.

A.A. Nedostup, A.O. Razhev

CREATING OF THE COMPUTER PROGRAM BY CALCULATION OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE DRIFTING GILL NET

The article provides a description of computer programs of simulation a drifting net with headline and leadline, located perpendicular to the flow of water.

Keywords: drifting net, dynamic, computing program.

Введение

Проектирование плавных сетей требует проведения колоссальных объемов вычислений, так как сетная часть состоит из огромного количества ячеей. Зачастую требуется изучить поведение натурального орудия рыболовства, что практически невозможно путем натурального эксперимента. Поэтому возникает необходимость в разработке способов, позволяющих достаточно просто рассчитывать сложные системы, такие как плавные сети, состоящие из тысячи и более элементов.

Плавная сеть представляет собой обьечеивающее орудие внутреннего и прибрежного рыболовства. Различают три способа эксплуатации сетей: плав по поверхности, плав «в полводы», или разноглубинный, и плав донный [1-5]. Конструкция плавной сети состоит из сетной оболочки, посадочных нитей, верхней, нижней и боковых подбор, оснастки верхней подборы (плава), оснастки нижней подборы (загрузки), угловых огонов сети, отяжек, поводцов и вешек (рис. 1).

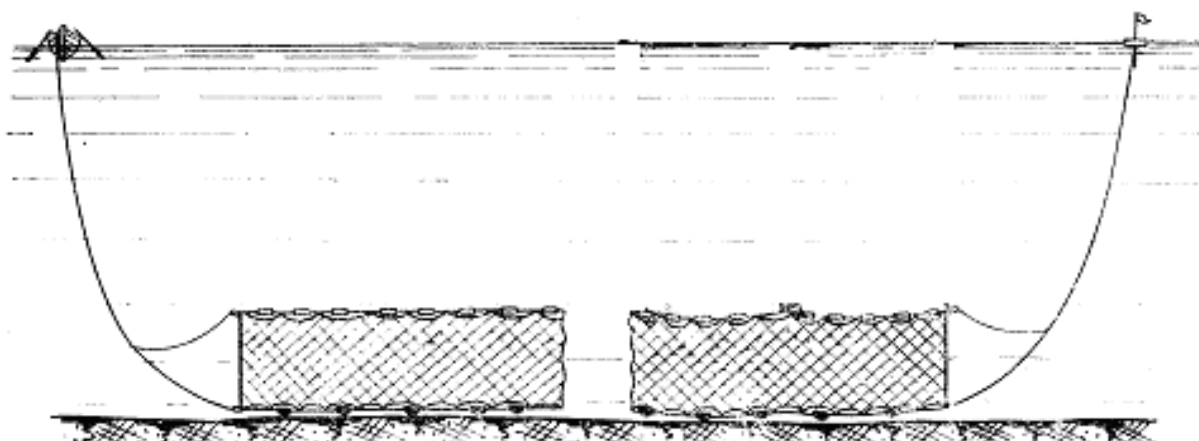


Рис. 1. Донная плавная сеть
Fig. 1. Drifting net

В процессе раскрытия и сплава сети рассчитываются соответствующие гидродинамические и гидростатические силы, действующие на различные элементы, определяется скорость различных элементов и их перемещение. Необходимо рассчитать параметры сети так, чтобы при различных скоростях течения ее форма в плане удовлетворяла условиям промысла, то есть имела ловистость.

В данной статье предлагается описание компьютерных программ по расчету динамических характеристик плавной сети.

Объекты и методы исследований

Компьютерные программы моделирования плавных сетей в динамике разработаны в системе Embarcadero RAD Studio XE2. Программный код написан на объектно-ориентированном языке высокого уровня C++ с использованием вставок на языке низкого уровня Ассемблер. Применение таких вставок обусловлено необходимостью максимальной оптимизации алгоритмов моделирования, критичных к скорости исполнения.

Embarcadero RAD Studio – мультязыковая среда быстрой разработки приложений (RAD) от Embarcadero Technologies для платформ Microsoft Windows, .NET, Mac OS, iOS, ARM, объединяющая Delphi и C++ Builder в единую интегрированную среду разработки. Это единственная интегрированная среда разработки (IDE), в которой одновременно реализована поддержка приложений Delphi (Windows и .NET), C и C++.

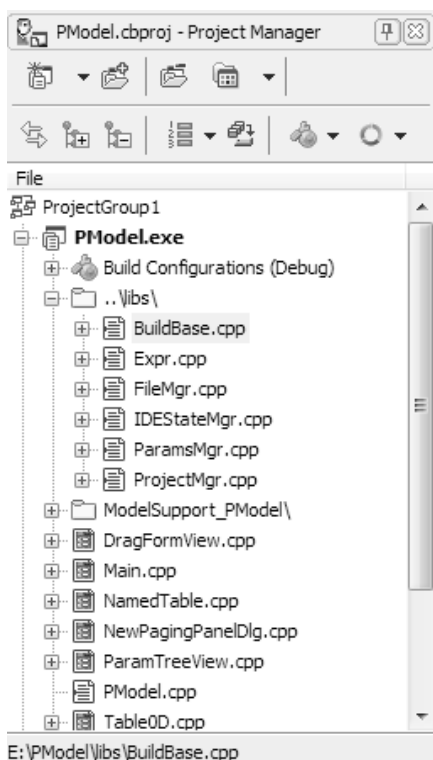


Рис. 2. Менеджер проекта Embarcadero RAD Studio XE2
Fig. 2. Project Manager of Embarcadero RAD Studio XE2

Первым шагом в разработке приложения является создание проекта. Файлы проекта (рис. 2) содержат сгенерированный автоматически исходный текст, который становится частью приложения, когда оно скомпилировано и подготовлено к выполнению.

После создания проекта к нему необходимо добавить одну или несколько форм. Информация о каждой форме хранится в отдельных файлах исходного кода и файлах ресурсов. При добавлении формы на экране в дизайнера форм отображается пустая форма.

Далее на форму помещаются необходимые компоненты: визуальные и невидимые. Визуальные компоненты предназначены для взаимодействия с пользователем (рис. 3). Эти компоненты впоследствии будут отображаться в программе. Невизуальные компоненты отображаются только на этапе создания приложения. Они инкапсулируют функциональность определенных объектов системы. Например, компонент «таймер» предназначен для вызова на исполнение участка программы через заданные промежутки времени.

Далее у форм и компонентов необходимо установить свойства и назначить обработчики событий (рис. 4). Это делается в инспекторе объектов.

Свойства определяют поведение объектов (форм и компонентов). Например, у многих визуальных компонентов и форм есть свойства, определяющие их размер и положение. Обработчики событий предназначены для определения реакции объекта на какое-либо событие. Например, событие нажатия левой кнопки мышки на компоненте ввода. Обработчики событий пишутся на языке исходного кода (C++ или Object Pascal) в файле с исходным кодом для соответствующей формы.

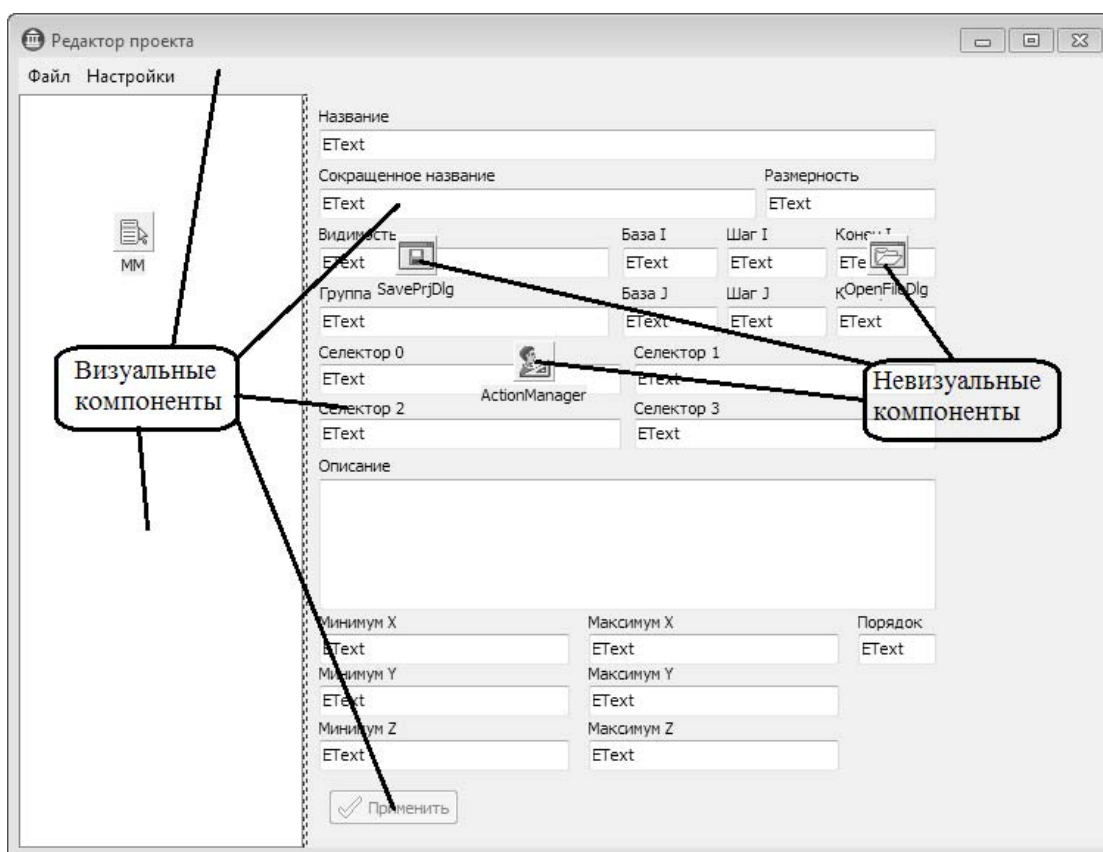
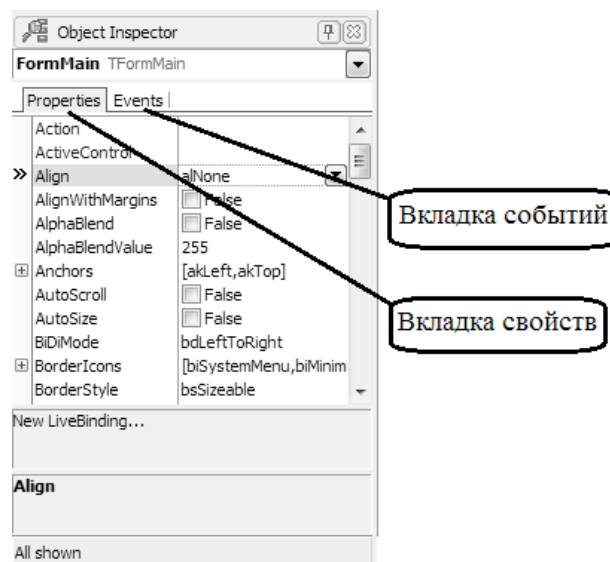


Рис. 3. Дизайнер форм
Fig. 3. Form Design

Рис. 4. Инспектор объектов
Fig. 4. Objects Inspector



Наконец, приложение нужно скомпилировать и собрать. Это делается нажатием на кнопку «F9». После сборки при отсутствии ошибок приложение автоматически запускается в режиме отладки.

Более подробно с процессом создания приложений в RAD Studio вы можете ознакомиться в [6]. В [7] описаны принципы объектно-ориентированного программирования. В [8] описан синтаксис языка высокого уровня C++.

Для моделирования динамики плавных сетей с прямолинейными верхней и нижней подборками были созданы две компьютерные программы: «(с)2013 Расчет динамических характеристик плавной сети» и «(с)2013 Расчет динамических характеристик плавной сети с буями». Эти компьютерные программы имеют схожий интерфейс пользователя. Поэтому, освоив одну компьютерную программу, можно без труда работать и в другой. Поток воды направлен параллельно поверхности воды, перпендикулярно горизонтальным подборам. При таких условиях моделирование можно проводить в плоскости, перпендикулярной подборам ОХУ, т.е. в двухмерном пространстве.

Рассмотрим работу программ на примере КП «(с)2013 Расчет динамических характеристик плавной сети с буями».

Окно программы (рис. 5) разделено на несколько основных частей:

- главное меню – для управления программой;
- вкладки – для выбора необходимой страницы;
- область отображения активной страницы;
- панель быстрого доступа – для дублирования некоторых пунктов главного меню.

Главное меню программы состоит из трех подменю: «Файл», «Моделирование» и «Справка». В подменю «Файл» находятся команды загрузки и выгрузки файлов входных параметров модели. В подменю «Моделирование» находятся команды управления процессом моделирования:

- «Старт» – запуск сначала процесса моделирования;
- «Стоп» – приостановка процесса моделирования;
- «Продолжить» – продолжение процесса моделирования после приостановки.

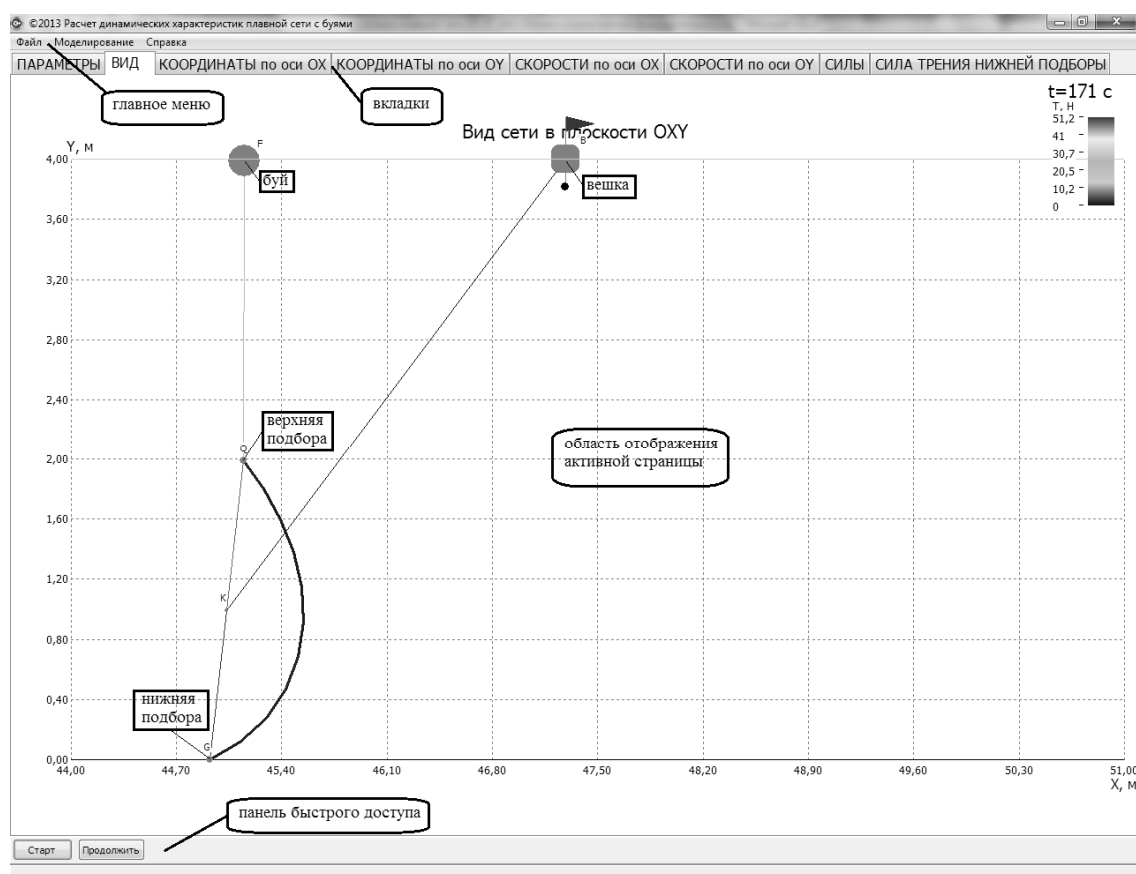


Рис. 5. Компьютерная программа «(с)2013 Расчет динамических характеристик плавной сети с буями»
 Fig. 5. Computing program «©2013 Расчет динамических характеристик плавной сети с буями»

Все три команды дублируются кнопками на панели быстрого доступа. Возможность приостановки с последующим продолжением процесса моделирования используется для корректирования входных параметров в ходе моделирования.

В подменю «Справка» находятся команда вызова справки по условным обозначениям, используемым в программе, а также команда открытия диалога «О программе».

Для выбора необходимой страницы предназначены восемь вкладок, расположенных над областью отображения страниц. Все страницы в КП можно разделить на три группы:

- 1) ввода входных и отображения выходных параметров;
- 2) видов графических отображений моделируемого орудия рыболовства;
- 3) графиков зависимостей.

В первой группе содержится страница «ПАРАМЕТРЫ», во второй – «ВИД», а в третьей – страницы: «КООРДИНАТЫ по оси ОХ», «КООРДИНАТЫ по оси ОУ», «СКОРОСТИ», «СИЛЫ» и «ДЕРЖАЮЩАЯ СИЛА ЯКОРЯ».

Страница «ПАРАМЕТРЫ» (рис. 6) разделена на четыре области:

- 1) ввода входных параметров;
- 2) вывода выходных параметров в виде числовых значений;
- 3) графика зависимости скорости течения от времени, построенного по входным параметрам;
- 4) информационной области с изображением плавной сети и функции зависимости скорости течения от времени.

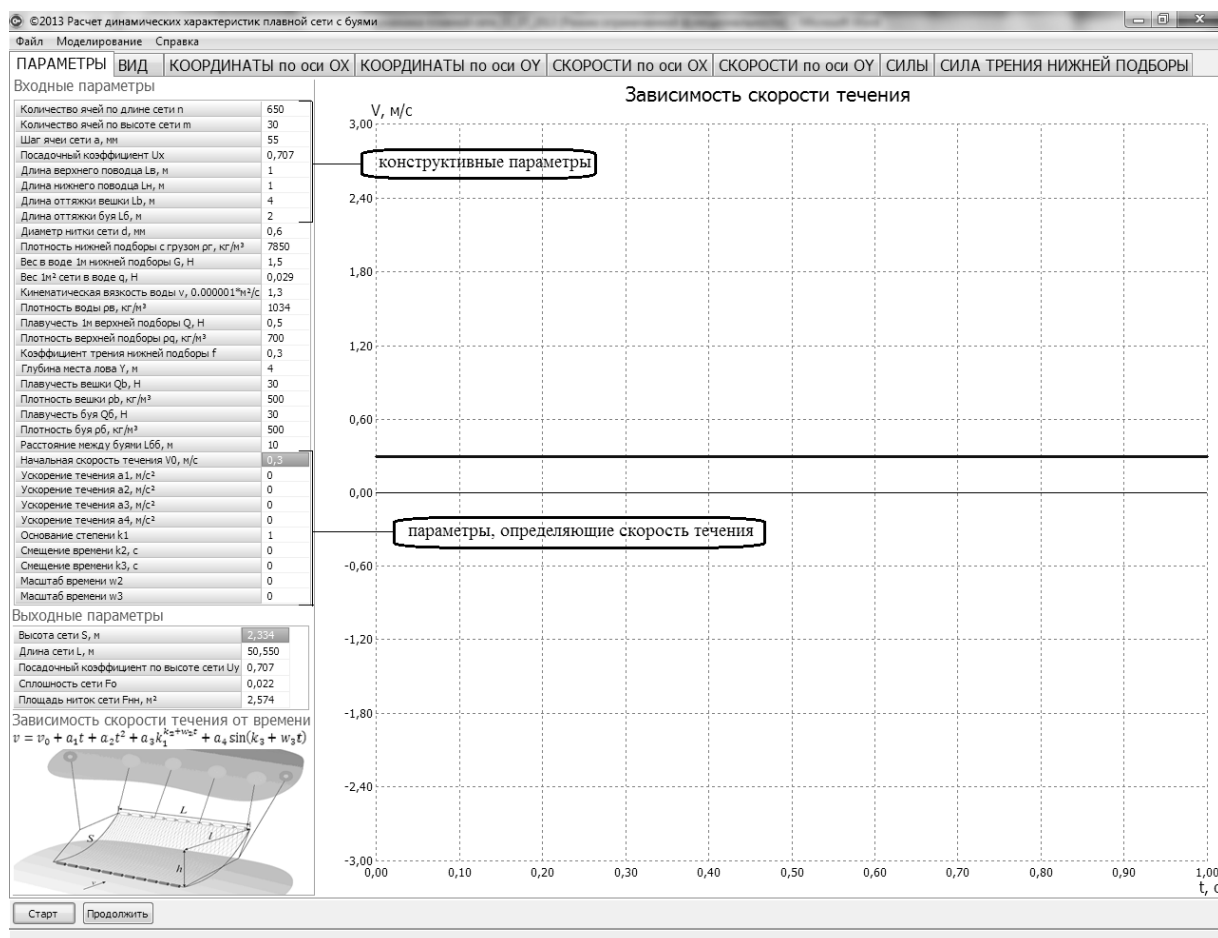


Рис. 6. Страница «ПАРАМЕТРЫ»
Fig. 6. Page «ПАРАМЕТРЫ»

Входные параметры программы можно разделить на три группы:

- 1) конструктивные параметры;
- 2) параметры, определяющие скорость течения воды;
- 3) параметры, не входящие в первые две группы.

Конструктивные параметры влияют на геометрию сети, поэтому при их изменении дальнейшее продолжение процесса моделирования после приостановки невозможно. Параметры, определяющие скорость течения воды, задают начальную скорость течения и коэффициенты, используемые в выражении зависимости скорости течения от времени. После изменения данной группы параметров автоматически обновляется график зависимости скорости течения от времени.

К конструктивным параметрам относятся параметры, задающие:

- количество ячей по длине и высоте сети n, m ;
- шаг ячеей a , мм;
- посадочный коэффициент по вертикальной подборе U_x ;
- длины оттяжек и поводцов $L_b, L_{\bar{b}}, L_{\bar{b}}, L_{\bar{b}}$, м.

К параметрам, определяющим скорость течения, относятся: скорость течения в начале процесса моделирования v_0 и коэффициенты $a_1 - a_4, k_1 - k_3, w_2, w_3$ в функции зависимости скорости течения от времени:

$$v = v_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 k_1^{k_2 + w_2 t} + a_4 \sin(k_3 + w_3 t).$$

В третью группу собраны все остальные параметры:

- диаметр ниток сети d , мм;
- плотности подбор, вешек, буюв и воды $\rho_r, \rho_q, \rho_b, \rho_{\bar{b}}, \rho_w$, кг/м³;
- вес и плавучесть подбор, сети, вешек и буюв $G, Q, q, Q_b, Q_{\bar{b}}, H$;
- расстояние между буюми $L_{\bar{b}\bar{b}}$, м;
- глубина места лова Y , м;
- кинематическая вязкость воды ν , м²/с;
- коэффициент трения нижней подборы f .

На странице «ВИД» (см. рис. 5) отображается проекция плавной сети в плоскости ОХУ.

В правом верхнем углу отображаются текущее время процесса моделирования и цветовая гистограмма сил натяжения в элементах сети. Текущие значения таких параметров, как координаты и силы натяжения для различных элементов сети можно определить как по координатной сетке и цветовой гистограмме, так и наведя указатель мыши на соответствующий элемент. Отдельные элементы сети на виде подписаны буквенными обозначениями, расшифровку которых можно найти по команде «Условные обозначения» в подменю «Справка»: В – вешка, Q – верхняя подбора, G – нижняя подбора, К – точка соединения оттяжки вешки и поводцов, F – буй.

На страницах «КООРДИНАТЫ по оси ОХ» (рис. 7) и «КООРДИНАТЫ по оси ОУ» (рис. 8) отображаются графики зависимостей координат различных точек плавной сети от времени. По мере хода процесса моделирования графики постоянно обновляются. При перемещении указателя мыши по графикам одновременно отображаются значения времени и координат в точке под указателем.

На странице «СКОРОСТИ по оси ОХ» (рис. 9) и «СКОРОСТИ по оси ОУ» (рис. 10) графически отображаются зависимости горизонтальных и вертикальных скоростей течения, подбор, буюв и вешек от времени процесса моделирования.

На страницах «СИЛЫ» (рис. 11) и «СИЛА ТРЕНИЯ НИЖНЕЙ ПОДБОРЫ» (рис. 12) графически отображаются зависимости от времени сил натяжения в оттяжках, поводцах, гидродинамического сопротивления сети и трения нижней подборы.

Статья подготовлена в рамках выполнения гранта РФФИ № 11-08-00096-а.

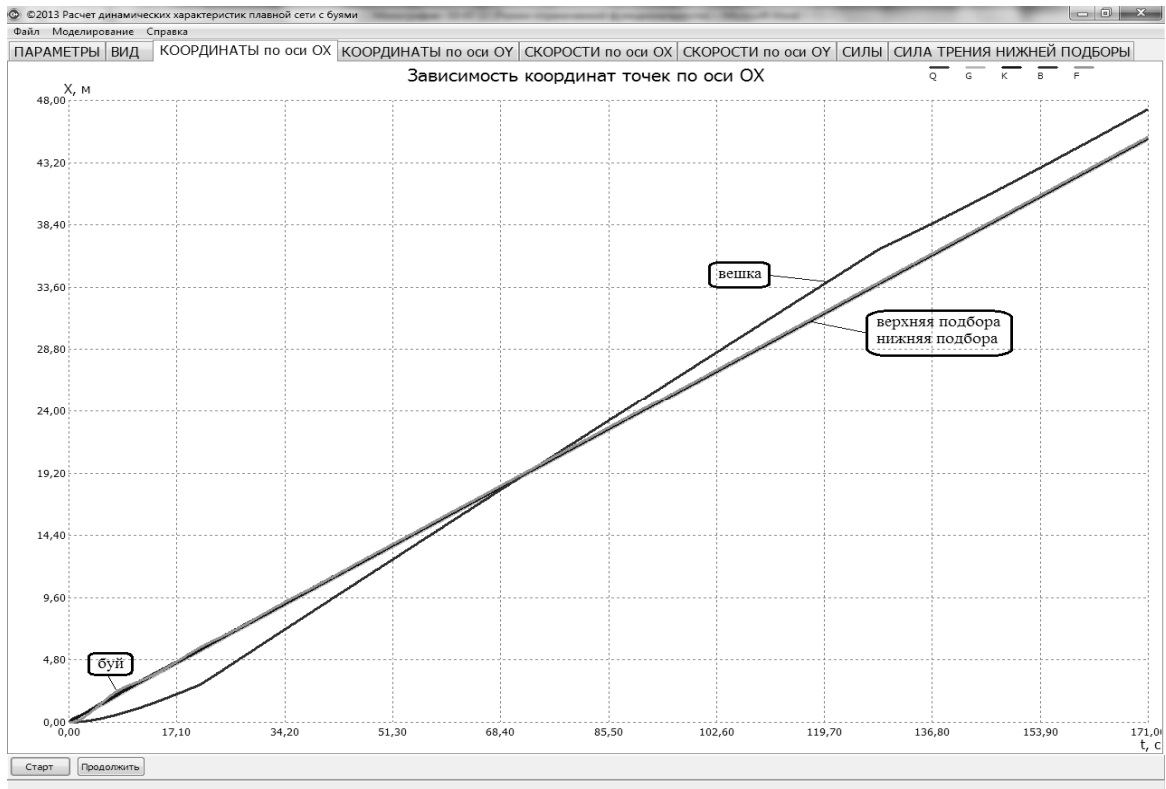


Рис. 7. Зависимость координат на оси OX от времени
 Fig. 7. Dependence of coordinates on the OX axis from time

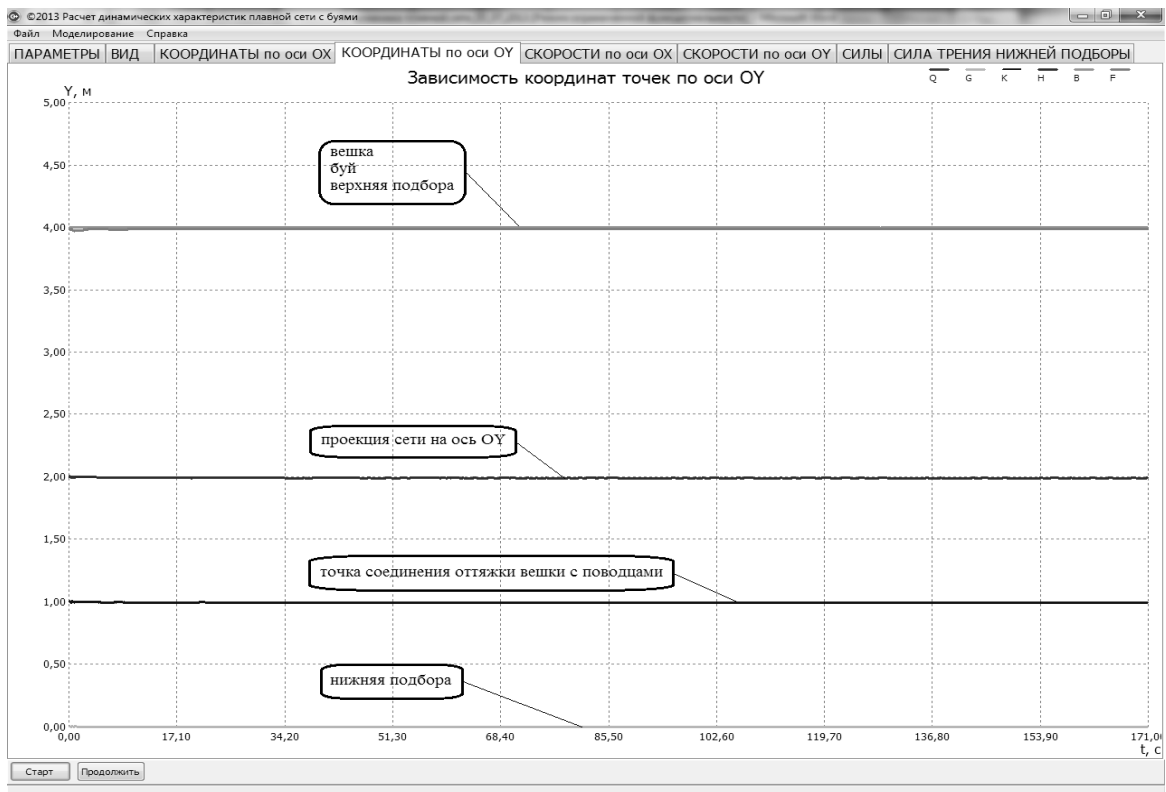


Рис. 8. Зависимость координат на оси OY от времени
 Fig. 8. Dependence of coordinates on the OY axis from time

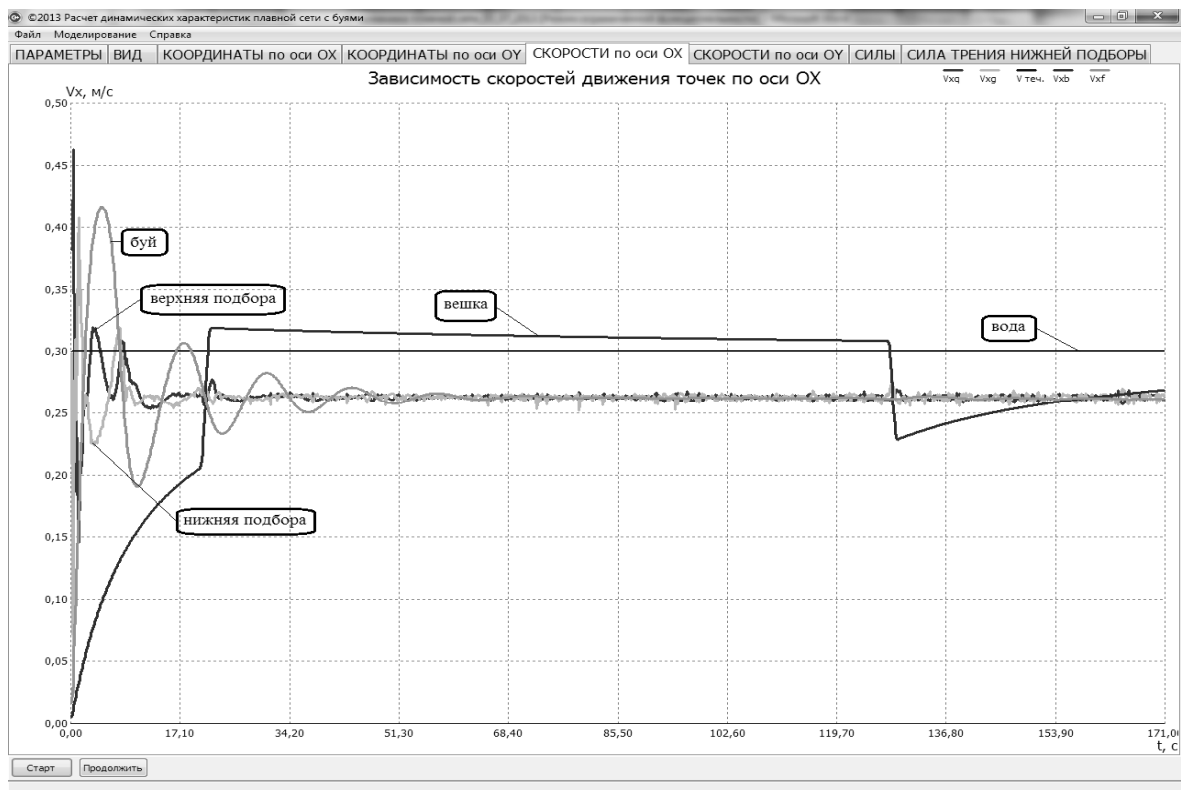


Рис. 9. Зависимость проекции скоростей на ось OX от времени
 Fig. 9. Dependence of a projection of speeds on the OX axis from time

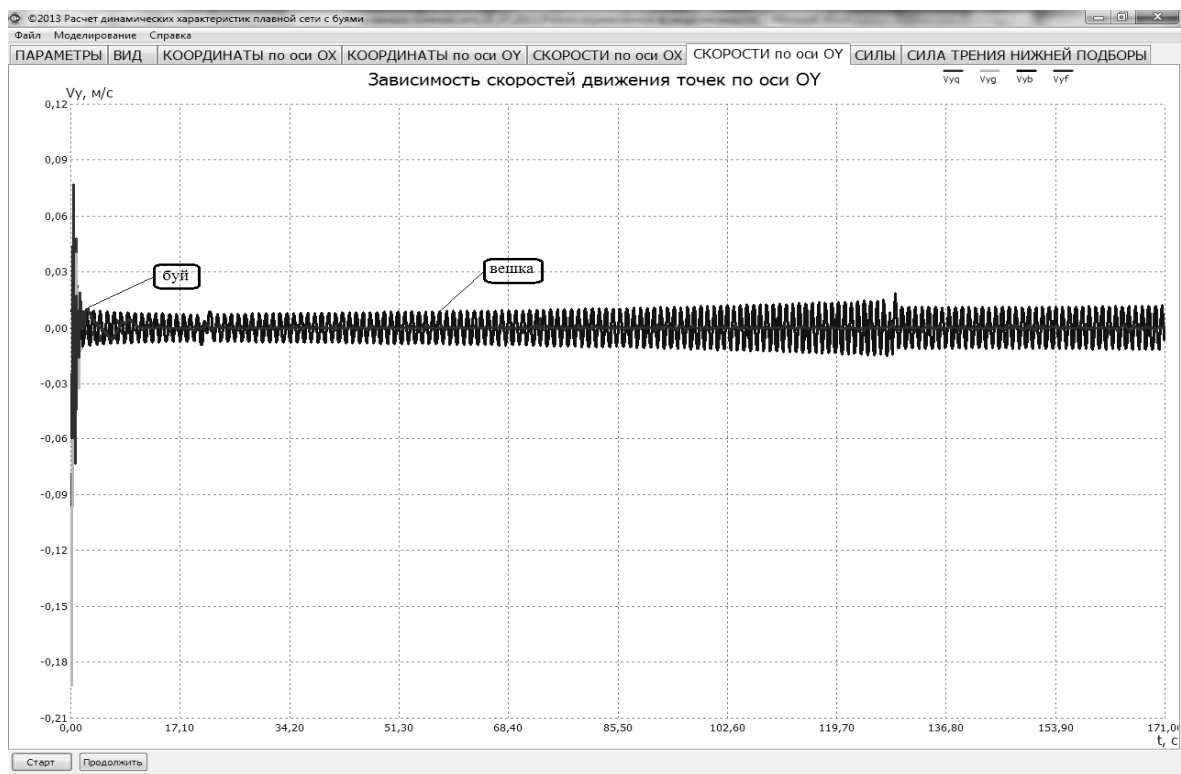


Рис. 10. Зависимость проекции скоростей на ось OY от времени
 Fig. 10. Dependence of a projection of speeds on the OY axis from time

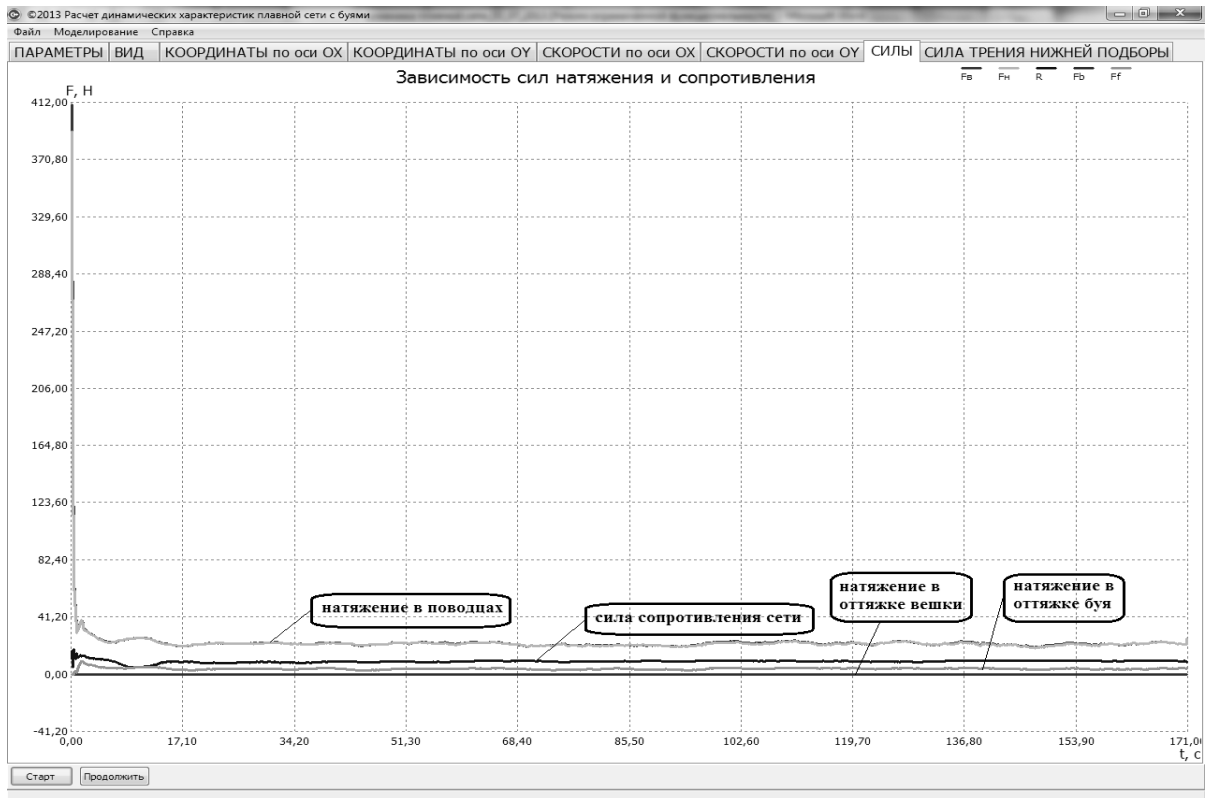


Рис. 11. Зависимость сил сопротивления сети и натяжения в оттяжках и поводцах от времени
 Fig. 11. Dependence of drag force of a net and tension in streamer lines from time

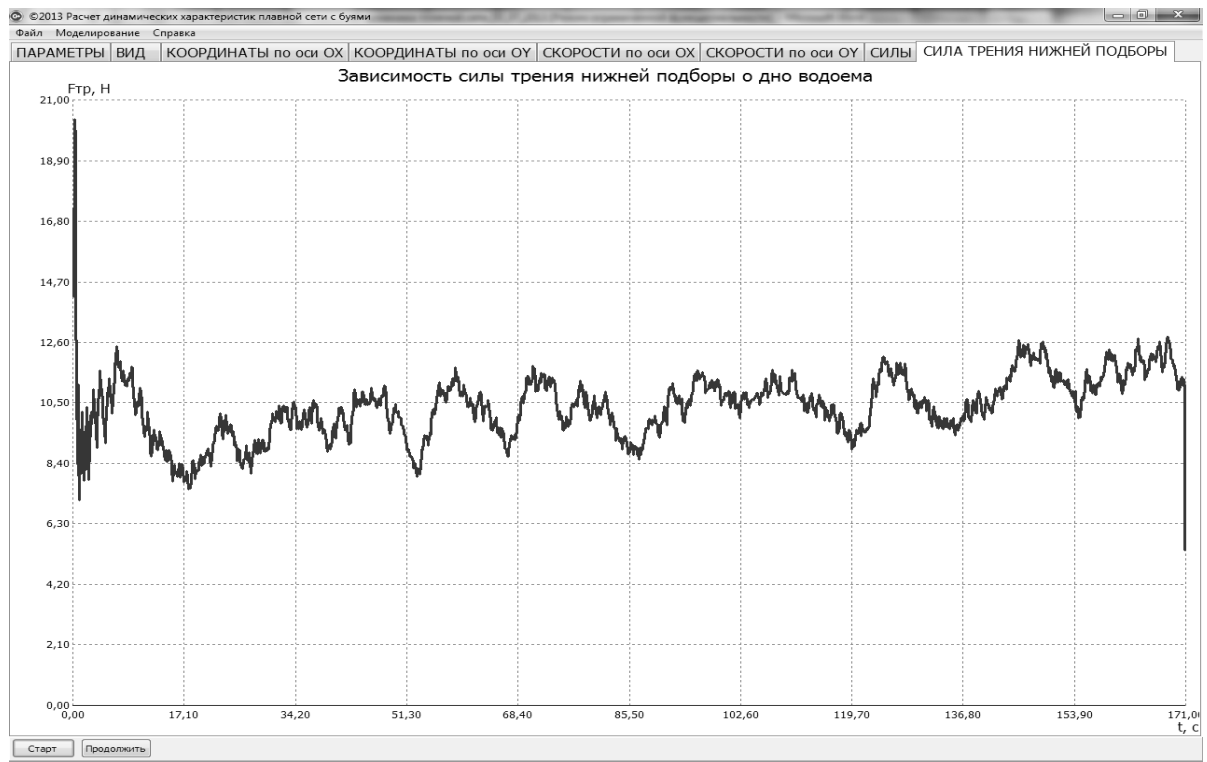


Рис. 12. Зависимость силы трения нижней подборы о дно водоема от времени
 Fig. 12. Dependence of frictional force lower selections about a reservoir bottom from time

Список литературы

1. Баранов Ф.И. Теория и расчет орудий рыболовства. – М.: Пищепромиздат, 1948. – 436 с.
2. Баранов Ф.И. Техника промышленного рыболовства. – М.: Пищепромиздат, 1960. – 696 с.
3. Литвиненко А.И. Орудия промышленного рыболовства внутренних водоемов России: справ. Орудия промышленного рыболовства Сибири и Урала. – Тюмень: ГОСРЫБЦЕНТР, 2003а. – Т. 2. – 186 с.
4. Литвиненко А.И. Орудия промышленного рыболовства внутренних водоемов России: справ. Орудия промышленного рыболовства южных районов Европейской части России. – Тюмень: ГОСРЫБЦЕНТР, 2003б. – Т. 3. – 248 с.
5. Литвиненко А.И. Орудия промышленного рыболовства внутренних водоемов России: справ. Орудия промышленного рыболовства центрального, северного и северо-западного районов Европейской части России. – Тюмень: ГОСРЫБЦЕНТР, 2004. – Т. 4. – 242 с.
6. Официальный сайт Embarcadero RAD Studio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.embarcadero.com/ru/products/rad-studio>.
7. Страуструп Б. Программирование: принципы и практика использования C++, исправленное издание = Programming: Principles and Practice Using C++. – М.: Вильямс, 2011.
8. Страуструп Б. Язык программирования C++ = The C++ Programming Language / Пер. с англ. – 3-е изд. – СПб.; М.: Невский диалект — Бином, 1999. – 991 с.

Сведения об авторах: Недоступ Александр Алексеевич, проректор по информатизации и развитию, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой промышленного рыболовства, e-mail: nedostup@klgtu.ru;
Ражев Алексей Олегович, младший научный сотрудник научно-исследовательского центра рыболовства и рыбохозяйственного образования, e-mail: rogaspp@live.ru.

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СУДОВОЖДЕНИЯ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ

УДК 621.431.74-729.3

П.П. Кича¹, Н. Н. Таращан²

¹Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

²Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского,
690059, г. Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50а

ПОЛНОПОТОЧНАЯ ТОНКАЯ ОЧИСТКА МОТОРНОГО МАСЛА В СУДОВЫХ ДИЗЕЛЯХ ДВУХСТУПЕНЧАТЫМ ФИЛЬТРОВАНИЕМ

Приведены результаты моторных испытаний в дизеле 5AL25 (5CH25/30) комбинированных полнопоточных фильтрующих элементов (ФЭ) тонкой очистки смазочного масла. Показано влияние двухступенчатости фильтрования на тонкость отсева, грязеемкость и срок службы ФЭ, эффективность очистки и состояние работающего в двигателе моторного масла, износ и нагарообразование основных деталей дизеля.

Ключевые слова: очистка моторного масла, фильтрующий элемент, двухступенчатая очистка, комбинированное фильтрование, старение масла, изнашивание, судового дизель.

P.P. Kicha, N.N. Taraschan

FULL FLOW FINE CLEANING MOTOR OIL BY DUAL GRADATION OF FILTERING IN A DIESEL ENGINE

The results of motor tests in diesel 5AL25 (5CH25/30) combined full flow filter elements (FE) of fine cleaning of motors oil are proposed. An influence of dual gradation filtering on the fineness of riddling, dirty capacity and service life FE, efficiency of filtration and condition of motor oil in an operating diesel, wear and carbonization of the main diesel components are demonstrated.

Key words: fine cleaning of motor oil, filter element, dual gradation, combined filtration, oil ageing, wear, diesel engine.

В настоящее время экономичная, ресурсосохраняющая эксплуатация двигателей внутреннего сгорания (ДВС) приобретает особо важное значение, так как ведет к увеличению межремонтного периода и снижению расхода горюче-смазочных материалов. Наиболее полно она реализуется в основных химмотологических направлениях, одним из которых является модернизация и даже полная реконструкция морально устаревших систем очистки моторного масла (ММ) на судах.

На смену фильтров грубой очистки (ФГО) с номинальной тонкостью отсева 90-120 мкм пришли маслоочистители с $\Delta_n = 30-5$ мкм [1]. Они устанавливаются в смазочной системе (СС) дизеля на полном потоке и предназначены защищать подшипники двигателя от попадания в них частиц нерастворимых продуктов (НРП), вызывающих интенсивное изнашивание шеек коленчатого вала.

В эксплуатации имеются судовые форсированные тронковые дизели со средней и повышенной частотой вращения, подшипники которых с тонкостенными вкладышами очень чувствительны к механическим примесям в смазочном масле [2]. При попадании

последних в подшипники возможны задиры и повышенное изнашивание рамовых и мотылевых шеек коленчатого вала двигателей, проворачивание вкладышей.

Повышение тонкости отсева фильтров тонкой очистки, полнопоточных (ФТОМП), пришедших на смену ФГО, не приводит в некоторых случаях к положительному результату, так как при достижении тонкости отсева $\Delta_n = 20-30$ мкм значительно снижается срок службы применяемых в них фильтрующих элементов (ФЭ).

Кроме того, из-за повышенного гидравлического сопротивления ФЭ с данными параметрами ФТОМП может продолжительное время функционировать с открытым предохранительным клапаном, что способствует пропуску в пары трения ДВС крупных абразивно-опасных нерастворимых примесей. При этом на вкладышах образуются глубокие концентрические риски, происходит навалачивание мягкого металла на шейки вала и заклинивание вкладышей. Последующее проворачивание вкладышей, если своевременно не применять меры, может вызвать серьезную аварию двигателя [1].

Таким образом, для полнопоточных ФТОМП характерно противоречие между качеством очистки масла и сроком службы ФЭ. Улучшая качество очистки посредством применения мелкопористого фильтровального материала (ФМ) проигрываем в сроке службы ФЭ и не всегда добиваемся при этом снижения изнашивания деталей трения ДВС из-за увеличения продолжительности работы фильтра с открытым предохранительным клапаном [2].

Альтернативой данному решению служит изобретение [3]. Особенностью разработанной на его основе конструкции ФЭ является совмещение двух сильно развитых по площади фильтровальных штор, укладываемых в форме многолучевой звезды (рис. 1).

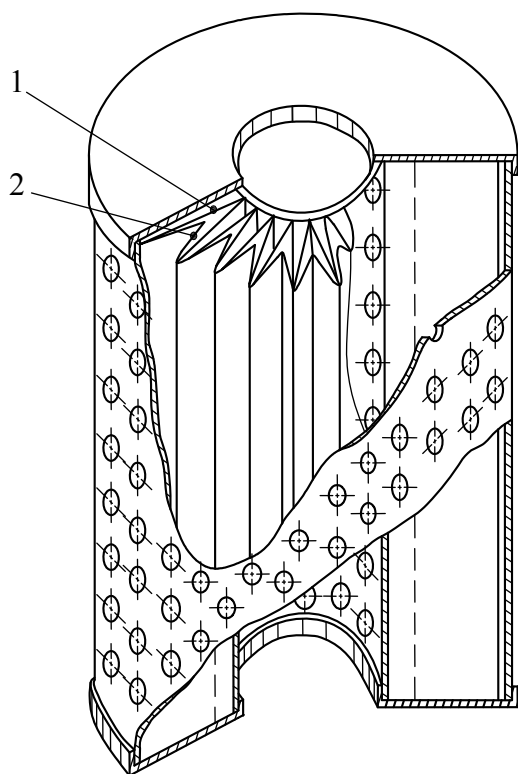


Рис. 1. Фильтрующий элемент ЭФМД145/363 двухступенчатой очистки: 1 – наружная штора; 2 – внутренняя штора
Fig. 1. The filter element EFMD145/363 of dual gradation cleaning: 1 – outdoor blind; 2 – Internal blind

Цель изобретения – повышение жесткости соосно расположенных фильтрующих штор из разнопоровых материалов, сформированных в виде многолучевой звезды и сопряженных так, что свободное периферийное пространство ФЭ заполняется наиболее полно. Гофры наружной шторы располагаются в межлучевом пространстве внутренней шторы. Наружные вершины обеих штор совмещены.

Кроме того, высота гофр наружной шторы составляет не более 0,8 высоты гофр внутренней шторы. Наружная штора выполнена из крупнопористого материала, а внутренняя – из мелкопористого. Подбором ФМ штор регулируется требуемая тонкость отсева. Двухступенчатое фильтрование позволяет значительно увеличить гряземкость и срок службы комбинированного ФЭ по сравнению с элементом одноступенчатой очистки одинаковых габаритов и тонкости отсева.

Шторы комбинированного ФЭ выполняются из довольно крупнопористых ФМ, поэтому наружная блокировка пор их крупными механическими примесями не происходит. Они оседают внутри порового пространства, не вызывая значительного роста перепада давлений на ФТОМП.

Последовательное фильтрование масла через две фильтровальные перегородки позволяет повысить эффективность отсева НРП. При этом улучшается не только фильтровальная характеристика $\varphi_d = f(d)$ (зависимость фракционного коэффициента отсева от размера частиц) элемента, но и его номинальная тонкость отсева. Повышение Δ_n при двухступенчатом фильтровании сопровождается ростом гряземкости ФЭ и незначительно сказывается на ухудшении его гидравлической характеристики. Рост перепада давлений на ФТОМП с этими элементами по мере накопления отложений более пологий, что увеличивает в 1,2-1,6 раз срок службы его ФЭ по сравнению с одноступенчатым фильтрованием аналогичной тонкости отсева.

В качестве примера рассмотрим комбинацию ФМ в элементе ЭФМД145/363. Наружная фильтровальная штора, образующая первую ступень очистки, выполнена в нем из материала ДРКБ (ТУ 81-04-178-2012), имеющего тонкость отсева 45 мкм. Вторая ступень (внутренняя штора) сформирована из материала КФМУ (ТУ 81-04-245-2003) с $\Delta_n = 25$ мкм.

Масло, последовательно проходя через первую и вторую ступени фильтрования, очищается соответственно сначала от наибольших частиц загрязнений, затем от мелких. Таким образом, при соотношении $\Delta_{n1} / \Delta_{n2} = 1,4-2$ пористая структура обоих ФМ при очистке ММ групп В₂ и Г₂ используется наиболее рационально. Это позволяет достичь наилучшей очистки ММ и максимального срока службы ФЭ. При двухступенчатом фильтровании оптимизируется распределение грязевой нагрузки между шторами и гряземкость ФЭ увеличивается не менее чем в полтора раза.

Эффективность двухступенчатого фильтрования масла проверялась моторными испытаниями в судовых форсированных дизелях 5AL25(5ЧН25/30) ($N_e = 434$ кВт, $p_{me} = 0,9$ МПа, $n = 12,5$ с⁻¹). В СС использовалось масло М-10-В₂С (ГОСТ 12337-84). Двигатели работали на дизельном топливе Л-0,5 (ГОСТ 305-82). В ДВС использовались фильтры ФМП-4 (ТУ 24.06.2038-89) с серийными ФЭ «Нарва-6-5» и с двухступенчатыми элементами ЭФМД145/363. Контрольная группа дизелей эксплуатировалась со штатными средствами очистки, т.е. в них использовались ФГО с номинальной тонкостью отсева 90 мкм.

В основу исследования главных направлений процесса старения ММ взят комплекс методов, разработанных ЦНИДИ. Нагаро- и лакообразование, скорость изнашивания основных деталей двигателя определялись по ОСТ 24.060.09-89.

В табл. 1 приведены результаты моторных испытаний маслоочистителей в судовых дизелях 5AL25 с оценкой их эффективности и влияния на состояние масла. Анализ приведенных данных показывает значительное преимущество двухступенчатого фильтрования по всем параметрам. Концентрация нерастворимых в бензине (НРБ) продуктов (ГОСТ 20684-75) к концу контрольного времени (2 тыс. ч работы) достигла при использовании штатных средств очистки в среднем по общим и зольным примесям соответственно 1,85 и 0,38 %.

Применение серийных элементов «Нарва-6-5» позволяет поддерживать этот показатель по общим и зольным примесям соответственно на уровне 0,75 и 0,19 %, что в 2,46

и 2 раза ниже, чем при очистке масла штатными средствами. Еще лучшее состояние масла наблюдается при использовании элементов ЭФМД145/363. В этом случае концентрация НРБ продуктов по общим и зольным примесям стабилизируется соответственно на значениях 0,62 и 0,12 %, что в 2,98 и 3,16 раза ниже по сравнению с использованием штатных средств очистки.

Значительное преимущество двухступенчатого фильтрования наблюдается по такому параметру, как концентрация в масле грубодисперсной фазы нерастворимых примесей. Применение в системе очистки ММ элементов ЭФМД145/363 уменьшает этот показатель с 1,13 до 0,17 %, что в 6,6 раза ниже, чем при очистке его ФГО. Применение же серийных элементов «Нарва-6-5» по сравнению со штатной очисткой позволяет снизить концентрацию в масле грубодисперсной фазы только в 4 раза. Примечательно, что двухступенчатые ФЭ при сопоставлении с элементами «Нарва-6-5» имеют больший срок службы, о чем наглядно свидетельствуют данные моторных испытаний (табл. 1).

Таблица 1

Эффективность очистки масла М-10-В₂С в дизелях 5AL25

Table 3

Cleaning efficiency of motor oil in diesels 5AL25

Параметры показателей эффективности очистки масла и его расхода	Штатные средства очистки	ФМП-4	
		элементы «Нарва-6-5»	элементы ЭФМД 145/363
Концентрация нерастворимых в бензине продуктов, % масс.			
общих	1,85 ± 0,43	0,75 ± 0,22	0,62 ± 0,14
зольных	0,38 ± 0,11	0,19 ± 0,03	0,12 ± 0,02
Концентрация в масле грубодисперсной фазы нерастворимых примесей, % масс	1,13 ± 0,35	0,28 ± 0,04	0,17 ± 0,03
Срок службы фильтрующих элементов, ч	–	627 ± 129	914 ± 175
Интенсивность очистки масла от нерастворимых в бензине продуктов, г/ч			
общих	–	495 ± 42	668 ± 52
зольных	–	902 ± 81	2023 ± 123
Грязеемкость фильтрующих элементов, кг	–	0,83 ± 0,13	1,32 ± 0,22
Расход масла, %	100	76 ± 12	68 ± 15

Хорошо показала себя двухступенчатая очистка и по такому показателю, как интенсивность очистки масла от НРБ продуктов. Двухступенчатые элементы ЭФМД145/363 и здесь несколько лучше равным им по габаритам одноступенчатым ФЭ «Нарва-6-5». По общим и зольным примесям интенсивность очистки масла от НРБ продуктов достигла у элементов ЭФМД145/363 соответственно 668 и 2023 г/ч. У серийных ФЭ «Нарва-6-5» этот показатель составил 495 и 902 г/ч, что в 1,34 и 2,2 раза меньше, если сравнивать их с ФЭ двухступенчатой очистки.

Значительно увеличилась грязеемкость новых ФЭ. При их смене масса отложений составляла 1,32 кг. У элементов «Нарва-6-5» она была в 1,6 раза меньше – 0,83 кг. Таким образом, из приведенного анализа видно, что двухступенчатая тонкая очистка ММ при применении элементов ЭФМД145/363 значительно улучшает состояние масла по всем параметрам. Это, естественно, положительно сказывается на уменьшении скорости изнашивания и нагаро- и лакообразования основных деталей дизеля 5AL25.

В табл. 2 приведены результаты моторных испытаний дизелей 5AL25 по влиянию средств тонкой очистки масла на скорость их изнашивания, нагаро- и лакообразование поршней. Использование фильтров с двухступенчатыми ФЭ снижает износ комплекта поршневых колец одного цилиндра по сравнению со штатными средствами очистки масла в 1,97 раза. Серийные ФЭ типа «Нарва-6-5» также уступают двухступенчатым, но не столь значительно. Износ этих деталей соответствовал 4605 и 4107 мг/тыс. ч.

Таблица 2

Влияние маслоочистителей на состояние дизеля 5AL25

Table 2

The influence of oil cleaners on the state diesel 5AL25

Показатели	Штатные средства очистки	ФМП-4	
		элементы «Нарва-6-5»	элементы ЭФМД145/363
Скорость изнашивания: комплекта поршневых колец (одного цилиндра), мг/тыс. ч	8126 ± 615	4605 ± 389	4107 ± 351
цилиндровых втулок (на сторону), мкм/тыс. ч	15,4 ± 3,1	9,8 ± 2,0	8,3 ± 1,7
шатунных вкладышей, мкм/тыс. ч	30,7 ± 4,9	20,4 ± 3,9	15,2 ± 2,6
шатунных шеек коленчатого вала, мкм/тыс. ч	10,3 ± 2,1	8,5 ± 1,5	6,6 ± 1,3
Нагаро- и лакообразование на поршнях, баллы:			
общая оценка	7,5 ± 1,8	5,6 ± 1,3	4,6 ± 1,1
состояние канавок под компрессионные кольца	1,2 ± 0,4	0,7 ± 0,2	0,4 ± 0,1

Аналогичный характер снижения скорости изнашивания наблюдается и по остальным деталям. Это связано не только с низким содержанием в масле НРБ продуктов, но и в значительной степени с повышенной вероятностью защиты N_d пар трения двигателя от попадания абразивных частиц диаметром d , что наглядно иллюстрируется зависимостями, представленными на рис. 2.

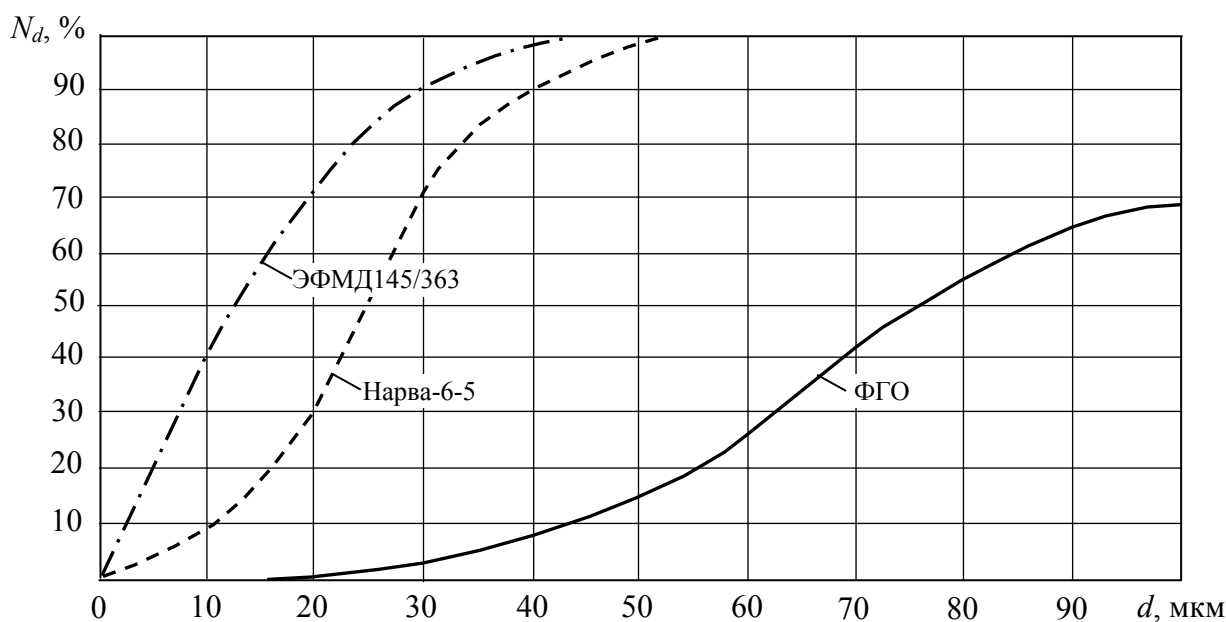


Рис. 2. Вероятность защиты пар трения судового дизеля 5AL25 от абразивных частиц
Fig. 2. Protection probability of friction pairs of marine diesel 5AL25 from abrasive particles

Двухступенчатое фильтрование положительно сказывается и на снижении нагаро- и лакообразования на поршнях. Использование элементов ЭФМД145/363 уменьшает нагаро- и лакообразование в сравнении со штатными средствами очистки и серийными ФЭ «Нарва-6-5» соответственно в 1,6 и 1,2 раза (данные общей оценки), а состояние канавок под компрессионные кольца – в 3 и 1,7 раза.

Таким образом, приведенный анализ подтвердил целесообразность полнопоточной двухступенчатой тонкой очистки ММ в судовом среднеоборотном форсированном дизеле 5AL25. Применение элементов ЭФМД145/363 особенно важно в двигателях, использующих тонкостенные вкладыши и функционирующих при толщине масляного клина в подшипниках менее 15 мкм.

Выводы

1. Полнопоточное двухступенчатое фильтрование моторного масла в дизеле 5AL25 с использованием элементов ЭФМД145/363 снижает расход ММ и износ основных деталей двигателя в 1,5-2 раза, создает предпосылки для увеличения его моторесурса на 20-30 %.

2. Модернизация штатной системы очистки масла дизеля 5AL25 с ФГО путем применения ФТОМП с элементами ЭФМД145/363 снижает максимальную концентрацию НРБ продуктов и грубодисперсной фазы нерастворимых примесей ФЭ соответственно в 2,9 и 6,6 раза. Интенсивность очистки масла от НРБ продуктов двухступенчатого типа в сравнении с элементами «Нарва-6-5» выше в 2,2, а грязеемкость – в 1,6 раза.

3. Использование в СС форсированного дизеля элементов ЭФМД145/363 и «Нарва-6-5» показало ряд преимуществ двухступенчатого фильтрования перед одноступенчатым. Эти преимущества проявляются в более глубокой очистке масла особенно от тонкодисперсных нерастворимых примесей, что способствует увеличению срока службы масла и элементов не менее чем на 25 %.

Список литературы

1. Кича Г.П., Перминов Б.Н., Надежкин А.В. Ресурсосберегающее маслоиспользование в судовых дизелях. – Владивосток: Изд-во Мор. гос. ун-та, 2011. – 372 с.

2. Кича Г.П. Перспективы развития системы и агрегатов тонкой очистки масла среднеоборотных и быстроходных дизелей // Двигателестроение. – 1979. – № 7. – С. 39-42.

3. Комбинированный фильтрующий элемент: а.с. 856494, МКл³VOID 27/06 / Г.П. Кича, Н.М. Свистунов и др. (СССР). – БИ № 31. – 1981. – 4 с.

Сведения об авторах: Кича Павел Петрович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: pkicha@inbox.ru;

Таращан Николай Николаевич, старший преподаватель, e-mail: nadezkin@msun.ru.

УДК 629.12.4

А.Н. Соболенко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

АНАЛИЗ АВАРИЙНОГО ЗАТОПЛЕНИЯ МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОХОДА В ПОРТУ СЛАВЯНКА

Выполнен анализ развития аварийной ситуации, приведшей к затоплению машинного отделения теплохода «Капитан Марков» при погрузке цемента в порту Славянка. Проанализированы действия вахтенных механиков и старшего механика. Вахтенные механики фактически не обратили внимание на угрожающее повышение уровня воды в машинном отделении по причине недобросовестного отношения к своим обязанностям на вахте. Установлена причина повышенного поступления воды в машинное отделение – неисправность бортовой захлопки выхода воды за борт от сточной цистерны и снятая крышка ее горловины. Вода начала поступать в сточную цистерну из-за борта, а затем через открытую горловину в тоннель гребного вала, где она расположена. Из тоннеля гребного вала через отверстия в переборках в местах прохождения трубопроводов вода поступала в машинное отделение.

Приведены необходимые действия старшего механика, которые могли привести к исправлению аварийной ситуации, но не были им выполнены. Машинная команда не проводила поиск мест поступления повышенного количества воды в машинное отделение, с опозданием задействовала дополнительные средства осушения, не смогла запустить аварийное осушение машинного отделения.

Ключевые слова: машинное отделение, аварийное затопление, машинная команда.

A.N. Sobolenko

THE ANALYSIS OF THE ACCIDENT WATER FLOOD IN THE ENGINE ROOM OF MOTOR SHIP IN THE SLAVAYANKA PORT

The analysis of the emergency situation resulting in the water flood in the engine room of motor ship «Captain Markov» was made. This case took place during cement shipping in the Slavyanka port.

Actions of Watch engineers and the Chief Engineer were analyzed. Watch engineers did not pay attention to the threatening growth of water level in the engine room due to improper fulfillment of the duties on the watch. The reason for increased water entering the engine room was revealed. It happened due to the damage of a board clack of water exit out of board out of a waste water tank and the absence of the cover of its manhole. Water began entering the waste water tank out of a board and then through the opened manhole into the propeller shaft tunnel, where the waste water tank is installed. Water entered the engine room from the propeller shaft tunnel through holes in walls where pipeline passed.

The required actions of the Chief engineer, who could correct the accident situation, were presented. But these actions were not made by the Chief engineer. Engine room staff did not search for places where the increased quantity of water entered the engine room. They started to use additional means for water pumping out too late. They could not start emergency pumping out of the engine room.

Key words: engine room, emergency water flood, engine room staff.

Одной из важнейших задач развития морской отрасли является повышение надежности сложных технических систем – судовых энергетических установок (СЭУ). Совершенствование практических и теоретических методов исследования надежности судовой техники способствует повышению эффективности использования судов. Но только на основе

анализа надежности такого сложного объекта, как СЭУ, без учета влияния его взаимодействия с машинной командой нельзя достоверно прогнозировать безопасность эксплуатации. Иногда неправильные действия или бездействие членов машинной команды может привести к аварии. В данной статье описывается случай аварийного затопления машинного отделения теплохода «Капитан Марков» в порту Славянка по причине «слаженного» бездействия машинной команды. Благодаря небольшим глубинам авария обошлась без человеческих жертв.

В ночь с 31 января на 01 февраля 1985 г. произошло затопление машинного отделения (МО) теплохода «Капитан Марков». Судно стояло на внутреннем рейде порта Славянка и производило погрузку клинкера с барж. В 15⁰⁰ 31 января была закончена погрузка, было принято 6525 т груза, осадка судна составила 8,23 м. Повышенное поступление воды в МО началось до 15⁰⁰ на вахте третьего механика, который находился на вахте с 8⁰⁰ до 20⁰⁰.

На этой вахте в период 14⁰⁰ до 15⁰⁰ мотористом была произведена откачка воды из льял машинного отделения.

В 18⁰⁰ вахтенный моторист вновь обнаружил повышенный уровень воды в льялах МО. Поскольку вахтенного механика не было в МО и не удалось его отыскать на судне, откачка воды вахтенным мотористом была произведена по указанию ремонтного механика.

При сдаче вахты в 20⁰⁰ третий механик не присутствовал, полной информации о состоянии дел в МО не имел. Таким образом, из-за недобросовестного отношения третьего механика к обязанностям вахтенного механика была упущена возможность в самом начале выявить складывающуюся аварийную ситуацию в машинном отделении. При этом он нарушил ряд положений Устава службы на судах морского флота [1]. Однако эти нарушения еще не привели к аварийному затоплению машинного отделения.

С 20⁰⁰ до 24⁰⁰ на вахте находился четвертый механик, который при смене вахт в машинном отделении не присутствовал, приняв вахту, не изучил состояние дел в машинном отделении. Не удостоверившись в остаточном уровне воды в машинном отделении, приказал прекратить откачку, что привело впоследствии к созданию аварийной ситуации в машинном отделении.

Таким образом, из-за недобросовестного отношения четвертого механика к своим обязанностям была упущена возможность выявить развивающуюся аварийную ситуацию в машинном отделении, когда она становилась все более очевидной и угрожала безопасности мореплавания. Он не принял адекватных мер по устранению аварийной ситуации и нарушил ряд положений Устава службы на судах морского флота [1].

После обнаружения повышенного поступления воды в машинное отделение, когда это уже стало очевидно, вахтенный механик был обязан провести обнаружение мест поступления воды внутрь судна и задействовать дополнительные средства осушения (переносной осушительный насос аварийного осушения), но он этого не сделал. При этом он нарушил ряд положений Наставления по борьбе за живучесть судна (НБЖС) [2].

В 22⁰⁰ старший механик получил информацию о повышенном уровне воды в машинном отделении и имел, как оказалось впоследствии, около 2,5 ч для предотвращения аварии. Однако он доверился действиям механиков, отдав лишь указание продолжить откачку воды. Указаний касательно поиска причин и места поступления повышенного количества воды им не было отдано. Старший механик, дав указание продолжить откачку воды, покинул помещение МО, не удостоверившись в эффективности принятых им решений в уже сложившейся тревожной ситуации. Таким образом, из-за легкомысленного отношения к ситуации в машинном отделении со стороны старшего механика с самого начала не была организована эффективная борьба за живучесть судна.

Вторично в МО старший механик спустился в 23²⁰, затем ушел на доклад к капитану и вновь спустился в МО через 20 мин. Таким образом, из 2,5 ч располагаемого до аварии времени старший механик, зная о тревожной ситуации в машинном отделении, примерно 1,5 ч не был в машинном отделении.

После этого была запрошена помощь, и с соседнего судна доставлен аварийный погружной насос производительностью 100 м³/ч. Включенный в работу насос не справлялся с поступлением воды, и ее уровень угрожающе повышался. Были уже затоплены настилы машинного отделения, остановлены штатные средства осушения, поскольку они оказались под водой.

В этой ситуации под руководством старшего механика была предпринята попытка включить аварийное осушение МО насосом охлаждения главного дизеля. Но, несмотря на все усилия (применение кувалды, труб в качестве рычагов), задвижку аварийного осушения открыть не удалось.

После подхода уровня воды к генератору стояночного дизель-генератора, он был остановлен и запущен аварийный дизель-генератор.

0 ч 30 мин судно легло на грунт. Машинное отделение было затоплено полностью до уровня выше ватерлинии.

Это привело к потере мореходных качеств судна более чем на 48 ч, и данный случай был классифицирован как авария.

Анализ действий должностных лиц установил следующее.

Фактически поставленный в известность о ситуации в МО, угрожающей безопасности мореплавания, старший механик не принял эффективных мер по борьбе с поступлениями воды в машинное отделение, а именно:

- при обнаружении превышения уровня воды в МО не организовал и не провел поиск мест поступления воды в МО и не выявил причин путем:

а) осмотра уровня воды под настилом МО, в местах прохождения трубопроводов, связанных с забортной водой, у переборок, обшивки корпуса. Поступление такого большого количества воды (более 100 м³/ч) должно было вызвать буруны, водовороты и другие возмущения спокойного состояния поверхности воды в месте поступления. Тем более что судно находилось в порту и качки не испытывало;

б) осмотра смежных помещений, что было сделано с опозданием и сразу выявило причину затопления. Это мероприятие не было сделано своевременно;

- не распорядился своевременно задействовать переносной погружной насос аварийного осушения, т.е. до того как остановили ВДГ;

- не смог организовать запуск аварийного осушения МО.

Что было причиной аварийного поступления воды в МО?

Как было установлено позже, на данном судне была неисправна бортовая захлопка после трубопровода сброса из сточной цистерны, она проржавела и отвалилась. При погружке тяжелого клинкера увеличилась осадка судна, и выпускное бортовое отверстие оказалось ниже уровня ватерлинии. Таким образом, оказалось возможным поступление воды самотеком из-за борта в сточную цистерну, тем более что невозвратный клапан после насоса откачки из сточной цистерны также не обеспечивал закрытие (был неисправен). Кроме того, горловина сточной цистерны была снята. Возможно, это было сделано для удобства контроля уровня воды в ней, но в данной ситуации это оказалось роковым. Вода начала поступать в сточную цистерну из-за борта, а затем через открытую горловину в тоннель гребного вала, где она расположена. Из тоннеля гребного вала через отверстия в переборках в местах прохождения трубопроводов вода поступала в машинное отделение.

Поступление воды еще больше увеличило осадку судна и привело к повышению скорости поступления воды.

Таким образом, приведенный случай показывает, что недостаточно эффективные действия находящейся на борту судна машинной команды приводят к аварии судна.

Список литературы

1. Устав службы на судах Министерства морского флота союза ССР. Приказ Минморфлота СССР от 09.01.1976 N 6. [Электронный ресурс] / Режим доступа:

<http://www.bestpravo.ru/federalnoje/bz-normy/f9r.htm>.

2. Наставление по борьбе за живучесть судна Министерства морского флота Союза ССР (НБЖС). РД31.60.14-81. [Электронный ресурс] / Режим доступа:

<http://www.bestpravo.ru/sssrgn-akty/h6n.htm>.

Сведения об авторе: Соболенко Анатолий Николаевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: sobolenko_a@mail.ru.

ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 664.95 : 582.272.46

Е.А. Ковалева¹, Д.А. Родионов¹, Т.Г. Сахарова², О.В. Сахарова²

¹Институт технологии и бизнеса, 692900, г. Находка, ул. Дальняя, 14

²Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

НОВЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ САХАРИНЫ ЯПОНСКОЙ

Представлена разработка технологии полуфабриката из сахарины японской для кулинарной продукции на основе использования щадящих режимов температурной обработки с применением процесса деминерализации пищевыми кислотами исходного продукта.

Ключевые слова: сахарина японская, деминерализация, пищевые кислоты, первичная обработка.

E.A. Kovaleva, D.A. Rodionov, T.G. Saharova, O.V. Saharova
A NEW APPROACH TO CREATING CULINARY PRODUCTS
FROM SACCHARINA JAPONICA

Development of technology of semi-finished product of presented saccharina japonica for culinary products through the use of gentle temperature processing modes using the foods acids demineralization of the original product.

Keywords: saccharina japonica, demineralization, foods acids, primary processing.

Для приготовления пищевой продукции из водорослей в России используют семейство ламинариевых (*Laminariaceae*) – сахарину японскую, или сахаристую – сырец, воздушно-сушеную, мороженую или соленую.

Отварная водоросль является полуфабрикатом для производства широкого ассортимента кулинарных изделий. Ткани водоросли представляют собой капиллярно-пористые тела, которые в процессе первичной обработки подвергаются водному экстрагированию, сопровождающемуся диффузионными, осмотическими процессами, и массопереносу. Термическая обработка приводит к снижению жесткости тканей, в экстракт переходят водорастворимые соли и органические вещества, потери которых нежелательны, так как они обладают ценными физиологическими свойствами. Учитывая вышесказанное, необходимо применять щадящие режимы к обработке водоросли.

Целью работы являлось исследование процесса химической модификации альгинатов в структуре сахарины японской и обоснование технологических режимов ее обработки. Объектом была выбрана сахарина японская (*Saccharina japonica*), добываемая в прибрежной зоне дальневосточных морей, воздушно-сушеная, мороженая и соленая. Органолептические свойства и химический состав сырья и готовой продукции определяли по стандартным методикам. Относительную биологическую ценность (ОБЦ) готового продукта – импедиметрическим методом.

Альгиновая кислота, которая является основным структурным элементом бурых водорослей, содержит карбоксильную группу, способную образовывать в клеточной оболочке

межмолекулярные связи через ионы двухвалентных металлов, меняющие консистенцию водоросли. Из литературных данных известно, что микро- и макроэлементы связаны с альгиновой кислотой водоросли в прочные комплексы – альгинаты, чем выше ее содержание в сырье, тем больше минеральных веществ [5, 6]. Модификация структуры альгинатов в тканях водоросли происходит в кислой среде за счет отщепления в основном катионов кальция [1, 4].

После водной экстракции в тканях сахарины остается преимущественно альгинат кальция, нерастворимый в воде [1, 7, 8]. Известно, что в кислой среде происходит отщепление катионов кальция, структурно связанных с альгиновой кислотой, вследствие ионообменных реакций [1, 7, 8]. По степени извлечения катионов кальция и их остаточному содержанию в тканях водоросли учеными ФГУП «ТИНРО-Центр» была экспериментально подобрана концентрация уксусной кислоты, которая позволила перевести альгинаты сахарины японской в альгиновую кислоту в тканях водоросли без нарушения тканевого слоя [4]. Исследования ученых показали, что повышение температуры и pH (концентрации раствора уксусной кислоты) сокращает продолжительность процесса извлечения катионов кальция из сахарины в два раза [1, 4]. Практически полное отщепление катиона кальция от альгиновой кислоты достигается путем обработки водоросли в трехпроцентном растворе уксусной кислоты (pH 2) при температуре 50 °С в течение 1 ч [1, 4].

Водоросли при первичной обработке (дефростации, отмачивании, замачивании) содержат большое количество слизи, которая является хорошей средой для развития микроорганизмов, что приводит в дальнейшем к порче продукта. Процесс деминерализации разрушает углеводные вещества, входящие в состав слизи и помогает от нее избавиться [6].

Учеными ФГУП «ТИНРО-Центр» было установлено влияние уксусной кислоты на консистенцию водоросли без учета начального содержания альгиновой кислоты и условий первичной обработки водоросли [3]. Ученые ФГУП «ВНИРО» разбивают процесс предварительной обработки бурых водорослей на водную экстракцию раствором лимонной кислоты при температуре 18-20 °С в течение 6-12 ч и дальнейшей деминерализации трехпроцентным раствором соляной кислоты при температуре 20 °С в течение 2 часов, что приводит к модификации структуры и свойств альгиновой кислоты в тканях водоросли [3, 5, 9].

В своей работе процесс деминерализации водоросли проводили 3%-ми растворами пищевых кислот (лимонной, уксусной, молочной и аскорбиновой). Выбор кислот основан на их свойствах. Они обладают антиокислительным действием и улучшают вкус готового продукта, также лимонная, молочная и аскорбиновая кислоты являются синергистами антиокислителей, аскорбиновая кислота повышает пищевую ценность готового продукта. Использование выбранной концентрации обосновано тем, что при снижении кислотности антимикробный эффект становится максимальным. Проведенные нами исследования показали, что наибольшим изменениям массы в сторону увеличения обладают образцы, обработанные уксусной и аскорбиновой кислотами, уплотняется структура тканей за счет повышения водосвязывающей способности альгинатов, увеличивается содержание минеральных веществ в 1,5-2 раза, а альгиновой кислоты – в 1,5 раза (рис. 1, 2, 3).

Данные, приведенные на рис. 1-3 показывают, что у сахарины мороженой, деминерализованной уксусной и аскорбиновой кислотами, содержание альгиновой кислоты и минеральных веществ увеличивается, у сушеной, деминерализованной уксусной кислотой, соленой, деминерализованной уксусной и аскорбиновой кислотами, самые высокие показатели.

Большое содержание альгиновой кислоты в водоросли обеспечивает прочность тканей, и при варке деструкции не наблюдается. Термическую обработку подготовленных образцов (обработанных аскорбиновой кислотой) проводили до приобретения приемлемой консистенции, согласно нормативной документации. Сахарину японскую подвергали термическому гидролизу при соотношении водоросли и воды 1:3, температуре 90 и 100 °С, продолжительность обработки варьировалась от 5 до 30 мин.

Исследования показали, что при обработке водоросли в течение 15 мин и температуре 90 и 100 °С получаем водоросль с необходимыми органолептическими качествами. Понижение температуры обработки до 90 °С ведет к снижению потерь альгиновой кислоты от 3 до 6 %, минеральных веществ от 7 до 13 % (табл. 1).

На основе анализа полученных данных можно сделать вывод, что повышение температуры обработки водоросли приводит к деструкции альгиновой кислоты. В связи с разрушением комплексов альгинатов идут потери минеральных веществ, что ведет к снижению прочности консистенции водоросли и ухудшению органолептических свойств.

После термической обработки произошло изменение массы образцов (рис. 4).

Изменение массы можно объяснить строением сахарины японской. В химическом отношении ее клеточная стенка представлена целлюлозой, которая формирует в основном внутренние слои и организована в элементарные фибриллы – фибриллярный каркас. Полисахариды (в основном соли альгиновой кислоты) и гемицеллюлозы формируют внешние, основное вещество – матрикс, масса которого в набухшем состоянии превышает 80 % сырой массы всей оболочки [2], что объясняет устойчивость к действию химических реагентов. В процессе замораживания образуются кристаллы льда, нарушающие целостность клеточной стенки. Последующее размораживание приводит к потере клеточного сока. Оболочка клетки сжимается, приобретает складчатое строение, межклеточное пространство уменьшается, сердцевина утончается. Высушивание обезживает клетки, они сморщиваются, слипаются, оболочки присыхают друг к другу. При помещении сушеного слоевища в воду происходит его набухание и заполнение клеток. У многих клеток оболочки разрушены под действием сильного давления воды. Процессы консервирования водоросли при температурной обработке приводят к снижению ее технологической ценности, что подтверждается данными рис. 4.

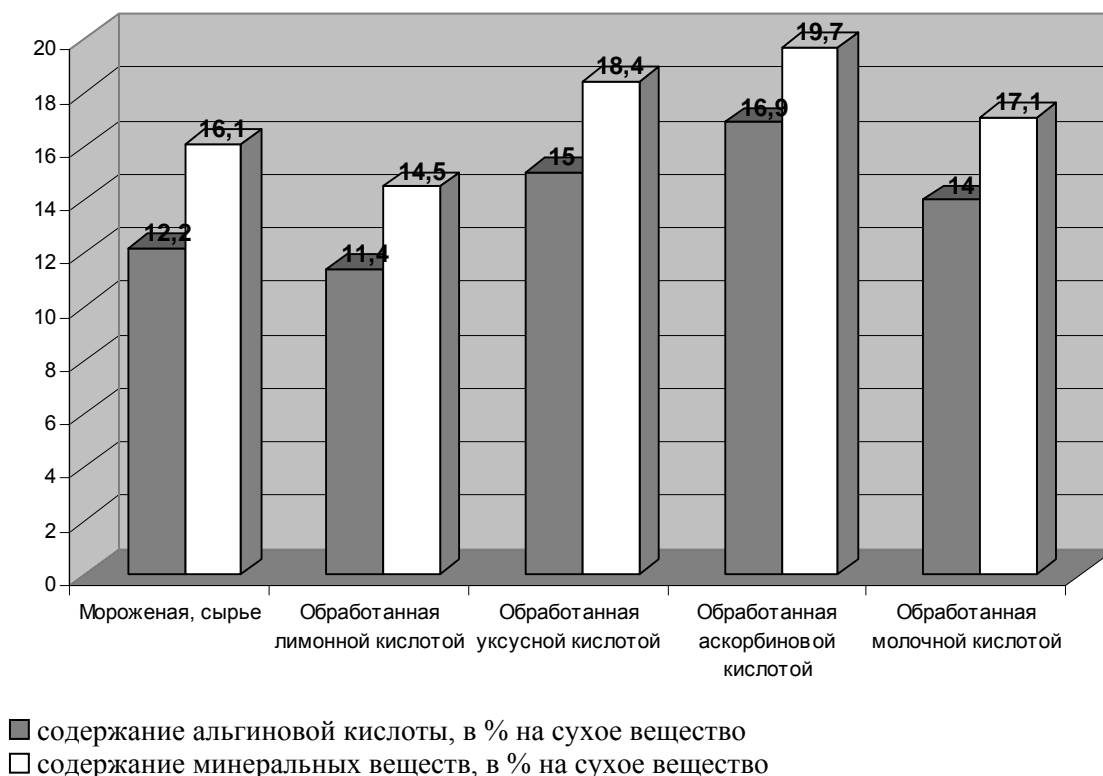


Рис. 1. Изменения содержания альгиновой кислоты и минеральных веществ в сахарине японской мороженой в процессе деминерализации

Fig. 1. Changes of the alginic acid and minerals in saccharina japonica frozen in demineralization

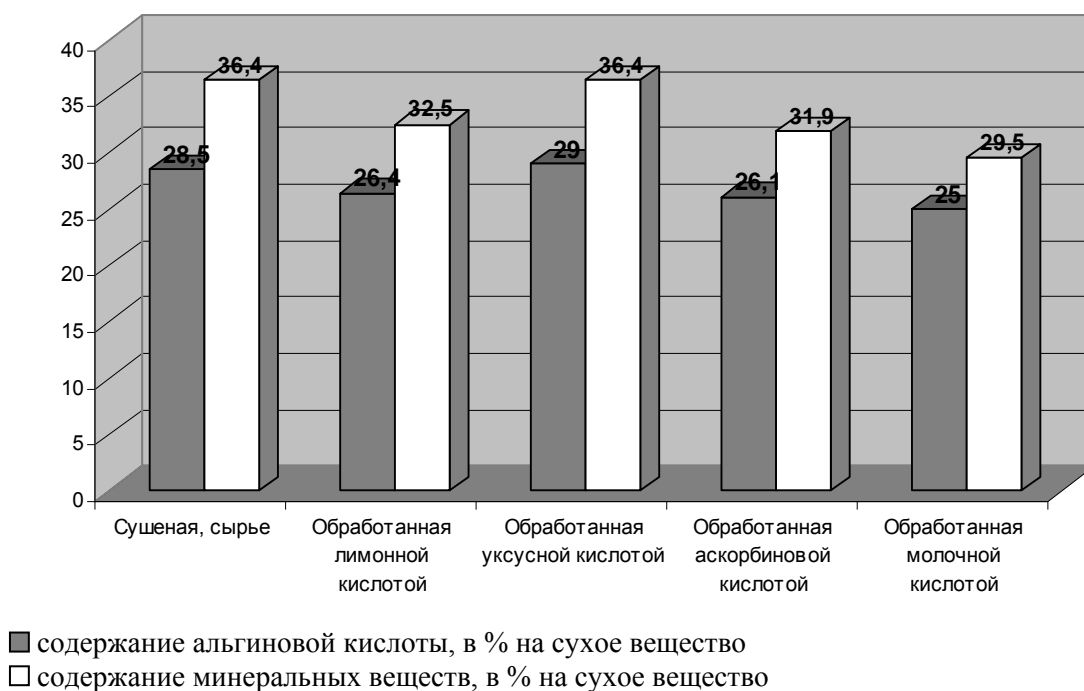


Рис. 2. Изменения содержания альгиновой кислоты и минеральных веществ в сахарине японской сушеной в процессе деминерализации
 Fig. 2. Changes of the alginic acid and minerals in saccharina japonica dried in demineralization

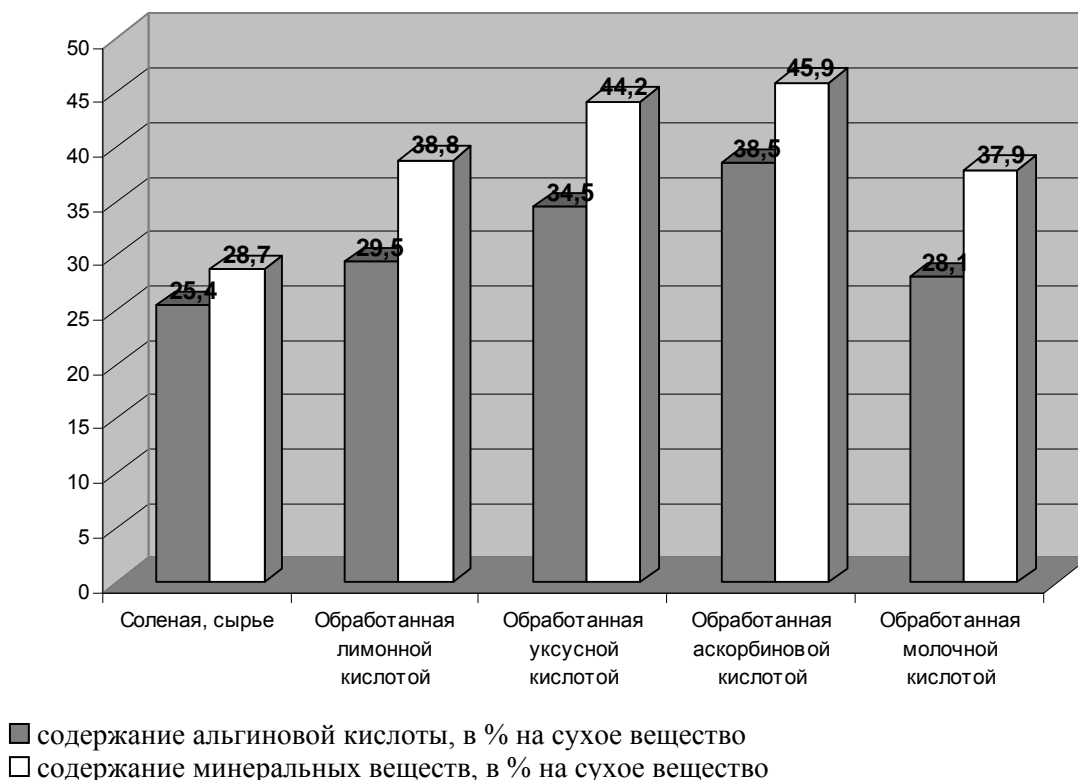


Рис. 3. Изменения содержания альгиновой кислоты и минеральных веществ в сахарине японской соленой в процессе деминерализации
 Fig. 3. Changes of the alginic acid and minerals in salted saccharina japonica demineralization process

Таблица 1

**Количество извлеченных веществ при термической обработке сахарины японской
(% от исходного содержания)**

Table 1

**The number of extracted substances when heat treatment saccharina japonica
(% of original content)**

Название образца	Время, мин	Содержание минеральных веществ		Содержание альгиновой кислоты	
		90 °С	100 °С	90 °С	100 °С
Сушеная	5	4,65	12,29	3,76	11,27
	10	4,65	16,62	3,76	15,03
	15	6,65	22,26	5,64	17,85
	20	7,98	30,57	7,05	23,95
	30	10,64	38,87	7,05	27,7
Мороженая	5	6,69	16,07	1,36	9,51
	10	8,48	21,88	1,81	10,86
	15	16,52	36,17	2,72	16,29
	20	20,54	44,65	2,72	19,46
	30	22,77	51,79	7,69	22,63
Соленая	5	4,53	23,12	0,56	6,15
	10	8,05	28,65	0,56	15,65
	15	12,57	45,73	3,36	22,91
	20	22,11	56,28	5,03	29,61
	30	25,63	60,81	6,71	32,97

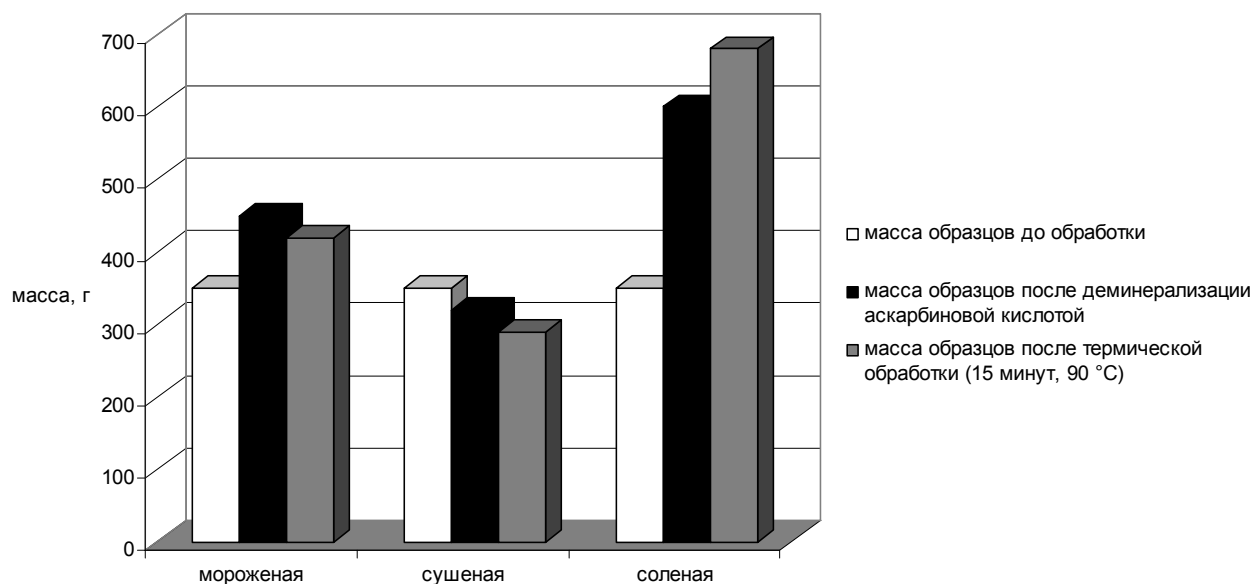


Рис. 4. Диаграмма изменения массы сахарины японской до и после обработки

Fig. 4. Mass changing chart saccharina japonica before and after treatment

Полученные образцы сахарины японской, деминерализованные различными органическими кислотами и термически обработанные при температуре 90 °С в течение 15 мин, были исследованы на микробиологические показатели и общую биологическую ценность (ОБЦ). Результаты приведены в табл. 2.

Анализ данных табл. 2 показывает, что наибольшим антисептическим действием обладают аскорбиновая и уксусная кислоты. Общая биологическая ценность образцов, обработанных аскорбиновой кислотой, самая высокая.

Таблица 2

Биологическая ценность и микробиологические показатели сахарины японской после предварительной обработки

Table 2

Biological and microbiological values saccharina japonica after pretreatment

Название образца	ОБЦ, %	КМАФАнМ, КОЕ/г, масса, г, мл	БГКП (колиформы), КОЕ/г, масса, г, мл
Сушеная с уксусной кислотой	78,1	1,0x10 ²	Не обнаружено
Сушеная с молочной кислотой	84,6	1,0x10	Не обнаружено
Сушеная с аскорбиновой кислотой	93,3	1,0x10	Не обнаружено
Сушеная с лимонной кислотой	86,2	1,0x10	Не обнаружено
Соленая с уксусной кислотой	80,1	1,4x10 ³	Не обнаружено
Соленая с молочной кислотой	88,4	3,0x10	Не обнаружено
Соленая с аскорбиновой кислотой	96,5	1,0x10	Не обнаружено
Соленая с лимонной кислотой	88,7	1,0x10	Не обнаружено
Мороженая с уксусной кислотой	69,3	1,0x10	Не обнаружено
Мороженая с молочной кислотой	78,8	1,0x10	Не обнаружено
Мороженая с аскорбиновой кислотой	88,4	1,0x10	Не обнаружено

В результате проведенных исследований установлено, что деминерализация 3%-м раствором аскорбиновой кислоты в соотношении «водоросль:раствор кислоты» 1:2 в течение двух часов при температуре 40 °С и последующая термическая обработка при температуре 90 °С в течение 15 мин являются оптимальными.

Кулинарный продукт – это готовый продукт к употреблению, обладающий хорошими потребительскими свойствами. Поэтому далее нами были разработаны рецептуры салатов, в состав которых вошли ингредиенты, приведенные в табл. 3. Процесс стандартной варки был заменен тушением со всеми компонентами при температуре 90 °С в течение 20 мин.

Таблица 3

Рецептура кулинарной продукции (кг/100 кг готового продукта)

Table 3

Recipe culinary products (kg/100 kg of finished product)

Наименование ингредиентов	Наименование образца			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Сахарина японская после деминерализации	65	65	70	70
Морковь шинкованная	8	8	-	-
Свекла шинкованная	-	-	15	15
Масло растительное для тушения	11	11	11	11
Лук репчатый	13	13	-	-
Соевый соус	3	3	4	4
Перец черный молотый	0,1	-	0,2	-
Перец красный молотый	0,1	-	0,1	-
Соль поваренная	0,3	0,3	0,4	0,4
Чеснок	1	1	1	1

Исследования химического состава и расчет энергетической ценности разработанных образцов (табл. 4) показали, что предложенная кулинарная продукция обладает высокой пищевой ценностью за счет сохранения биологически активных веществ и низкой калорийности.

Полученные данные послужили основанием для разработки способа направленной химической модификации альгинатов в структуре сахарины японской с целью получения полуфабриката с повышенной пищевой ценностью для кулинарной продукции.

Таблица 4

Пищевая ценность кулинарной продукции

Table 4

Nutrition value of culinary products

Наименование образца	Содержание нутриентов, % на сухое вещество			Калорийность, ккал/100 г
	минеральных веществ	альгиновой кислоты	йода	
№ 1	24,9	20,9	0,03	145,5
№ 2	24,5	21,3	0,03	145,5
№ 3	25,1	21,5	0,03	154,8
№ 4	24,3	21,1	0,03	154,8

Список литературы

1. Водорослевые биогели – основа для приготовления пищевых продуктов лечебно-профилактического назначения / Е.А. Ковалева, А.В. Подкорытова // Тр. ВНИРО. – 2004. – Т. 143. – С. 156-165.

2. Консервирование морских водорослей / А.В. Подкорытова, Н.Ю. Константинова // Рыб. хоз-во. – 1994. – № 3. – С. 48-50.

3. Пантелева А.П. Некоторые закономерности взаимодействия альгиновой кислоты с катионами металлов // Радиационная и химическая экология гидробионтов. – Киев: Наук. думка, 1972. – С. 112-115.

4. Пат. Российская Федерация, № 2041656. Способ получения пищевого полуфабриката из ламинариевых водорослей / А.В. Подкорытова, Е.А. Ковалева, Н.М. Аминина. Заявл. 20.08.1995.

5. Получение водорослевого геля и БАВ из бурых водорослей *Laminaria spp.* Их использование в лечебно-профилактическом питании и производстве пищевых продуктов / А.В. Подкорытова, Л.Х. Вафина, Е.А. Ковалева, В.И. Михайлов // Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов: сб. материалов I Междунар. науч.-практ. конф. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – С. 162-165.

6. Слуцкая Т.Н. Общая характеристика гидробионтов, пути их использования / Т.Н. Слуцкая, Е.А. Ковалева, А.В. Югай. – Находка: ИТиБ, 2009. – 124 с.

7. Bird G.M., Haas P. On the nature of the cell wall constituents of *Laminaria sp.* manuronic acid. // Biochem J. – 1981. – Vol. 7, № 25. – P. 403-410.

8. Haug A., Smidsröd O. Strontium, calcium and magnesium in brown algae // Nature. – 1967. – Vol. 215, № 5106. – P. 1167-1168.

9. Production of algal gels from the brown alga, *Laminaria japonica* Aresch., and their biotechnological applications / A.V. Podkorytova, L.H. Vafina, E.A. Kovaleva, V.I. Mikhailov // Journal of Applied Phycology. Springer Netherlands. – 2007. – Vol. 19, № 6. – P. 827-830.

Сведения об авторах: Ковалева Елена Анатольевна, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой, e-mail: biogel@mail.ru;

Родионов Данила Александрович, специалист кафедры технологии продуктов питания, e-mail: dan.maggot@mail.ru;

Сахарова Татьяна Григорьевна, доцент;

Сахарова Ольга Валентиновна, кандидат технических наук, доцент.

УДК 664.95 (07)

Ю.А. Коровина, Н.В. ДементьеваДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, Луговая, 52б**ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
МОЛОК ЛОСОСЕВЫХ РЫБ**

Изучены функционально-технологические свойства молок лососевых рыб. Установлено, что молоки лососевых обладают достаточно хорошими функционально-технологическими свойствами и пригодны для производства широкого ассортимента продукции как формованных изделий, так и продуктов эмульсионного типа.

Ключевые слова: молоки тихоокеанские лососевые, функционально-технологические свойства.

U.A. Korovina, N.V. Dementeva**STUDYING OF FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES
OF MILTS OF SALMON FISHES**

Functional and technological properties of milts of salmon fishes are studied. It is established that milts of the salmon possess rather good functional and technological properties and are suitable for production of the wide product range, both molded articles, and products of emulsion type.

Key words: milts Pacific salmon, functional and technological properties.

Качественные характеристики измельченной мышечной ткани молок лососевых зависят от функционально-технологических свойств исходного сырья. Их изучение позволяет в дальнейшем выбирать технологические приемы обработки, направленные на обеспечение высокого качества пищевых продуктов, получаемых из них.

Важным показателем при оценке функционально-технологических свойств измельченной мышечной ткани является коэффициент пищевой насыщенности. Для его определения необходимо знать химический состав исследуемого сырья.

Коэффициент пищевой насыщенности $K_{пн}$ определяется отношением суммы белков, жиров (липидов) и углеводов к массовой доле воды в продукте (сырье) в процентах или долях единицы (табл. 1).

$$K_{пн} = (B + Ж + У) / В.$$

Таблица 1

Химический состав и коэффициент пищевой насыщенности молок лососевых

Table 1

The chemical composition and coefficient of food saturation of salmon milt

Вид молок	Показатели, %				
	Вода	Белки	Липиды	Минеральные вещества	$K_{пн}$
Молоки лососевых	81,00	15,90	1,20	1,90	0,21

Данные табл. 1 показывают, что коэффициент пищевой насыщенности для молок лососевых составляет менее 0,3 единиц, поэтому данный вид сырья можно отнести к малонасыщенному. Это связано с тем, что молоки сильно обводнены и содержат небольшое

количество жира. Поэтому для увеличения пищевой насыщенности при производстве пищевых продуктов молока желательно комбинировать с другими видами сырьевых ресурсов.

Количество содержащейся воды оказывает существенное влияние на функционально-технологические свойства исследуемого сырья. Окружая функциональные группы белковых цепей, вода существенно влияет на стабилизацию их пространственной конфигурации, а также оказывает влияние на структуру, консистенцию и выход готовых продуктов после технологической обработки [5]. Оценка сырья по содержанию воды определяется белково-водным коэффициентом, который показывает количество белка в граммах, приходящегося на 100 г воды, и определяют по формуле

$$B / B = B \cdot 100 / B,$$

где B / B – количество белка, приходящегося на 100 г воды; B – содержание белка, %; B – содержание воды, %.

При оценке функционально-технологических свойств немаловажную роль играет оценка коэффициента обводнения K_o , показывающего количественное отношение воды к белкам. При очень высоком коэффициенте обводнения белки сырья очень гидратированы, это может вызывать нежелательные потери воды при механическом и тепловом воздействии, что отрицательно будет сказываться на плотности и сочности консистенции у готовых изделий [5]. С помощью определения липидно-белкового коэффициента $K_{ж}$ можно оценить нежность ткани, чем он выше, тем мясо более нежное [4].

Рассчитанные коэффициенты обводнения, липидно-белковый и белково-водный представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Коэффициенты обводнения, липидно-белковый и белково-водный
молок лососевых**

Table 2

The coefficients of irrigation, lipid-protein and protein-water of salmon milt

Вид молоко	Отношение		
	Вода / Белки K_o	Липиды / Белки $K_{ж}$	БВК
Молоки лососевых	5,09	0,08	19,63

Как видно из табл. 2, коэффициент обводнения K_o у молоко лососевых велик, поскольку в них содержится больше воды и меньше белковых веществ, поэтому консистенция у молоко лососевых после тепловой обработки менее плотная и сочная.

Липидно-белковый коэффициент $K_{ж}$ молоко лососевых мал, поскольку они содержат больше липидов.

Ослабление консистенции ткани также связано с увеличением содержания в ней воды и уменьшением количества белка [5]. Поэтому молоко лососевых имеют низкое значение белково-водного коэффициента, чему соответствует суховатая консистенция после варки.

Известно, что молоко рыб содержат небольшое количество липидов, но при этом имеют уникальный жирно-кислотный состав. Липиды молоко, особенно лососевых, обладают лечебно-профилактическими свойствами. Поэтому вызывает интерес изучение их качественного состава.

Одним из важных показателей ценности липидов является отношение полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) к насыщенным (НЖК) [1]. Для количественной оценки

соответствия жирно-кислотного состава липидов потребности организма в жирных кислотах использовали коэффициент эффективности метаболизации *КЭМ* эссенциальных жирных кислот.

$$KЭМ = \text{Арахидоновая} / \text{Линолевая} + \text{Линоленовая}.$$

Липидный состав молок и показатель сбалансированности липидов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Липидный состав молок и показатель сбалансированности липидов

Table 3

The milt lipid composition and the index of lipid equilibrium

Вид молок	КЭМ	Массовая доля, %					
		Σ НЖК	Σ МНЖК	Σ ПНЖК	ПНЖК		
					Линолевая	Линоленовая	Арахидоновая
Эталон ФАО/ВОЗ	-	30	60	10	7,50	1,00	1,50
Молоки лососевых	2,41	28,09	21,33	49,67	0,06	0,60	1,59

Данные табл. 3 показывают, что липиды молок лососевых имеют достаточно высокие коэффициенты метаболизации по сравнению с липидами мышечной ткани рыб. Кроме того, содержание полиненасыщенных жирных кислот почти в пять раз превышает эталон ФАО/ВОЗ. Липиды молок лососевых богаты арахидоновой кислотой, ее содержание приближено к эталону ФАО/ВОЗ.

По отношению суммы ω-3 полиненасыщенных жирных кислот эйкозапентаеновой (ЭПК) и докозагексаеновой (ДГК) к массовой доле общих липидов в пищевом сырье в процентах или долях единицы определяют коэффициент биологической значимости липидов *Кбзж*:

$$Kбзж = ЭПК + ДГК / Ж.$$

Содержание ЭПК, ДГК, массовая доля липидов и коэффициент биологической значимости липидов молок лососевых представлены в табл. 4.

Из табл. 4 видно, что молоки лососевых содержат в большом количестве ω-3 полиненасыщенных жирных кислот.

Таблица 4

Содержание ЭПК, ДГК, массовая доля липидов и коэффициент биологической значимости липидов молок лососевых

Table 4

The maintenance of EPK, DGK, the mass share and coefficient of biological value of salmon milt lipid

Вид молок	ЭПК, %	ДГК, %	Липиды, %	<i>Кбзж</i>
Молоки лососевых	18,4	22,35	1,20	33,96

Наиболее важными показателями технологической адекватности являются водосвязывающая (ВСС), водоудерживающая (ВУС), жирудерживающая (ЖУС) и водовыделяющая (ВВС) способности, а также эмульгирующие и структурообразующие свойства.

Физико-химические показатели молок лососевых представлены в табл. 5.

Таблица 5

Физико-химические показатели молок лососевых

Table 5

Physics-chemical indexes of salmon milt

Вид молок	ВСС, %	ВВС, %	ВУС, %	ЖУС, %	рН
Молоки лососевых мороженые	55,70	14,25	66,73	100	7,32

Согласно данным табл. 5, молоки характеризуются достаточно высоким значением ВУС. У молок лососевых ВУС составляет 66,73 %. С учетом рекомендаций, приведенных Рамбега Е.Ф и Рехиной Н.И. [2], измельченная мышечная ткань с показателем ВУС 65-70 % хорошо формуется и может быть использована для приготовления колбасно-сосисочных изделий; с ВУС 50-65 % – при изготовлении кулинарных изделий – котлет, биточков, пирогов и др. [3].

Молоки лососевых после тепловой обработки теряют небольшое количество воды 14,25 % и характеризуются высокой жиросодерживающей способностью, которая составляет 100 %.

Одним из важных показателей при получении готовых продуктов на эмульсионной основе является их эмульгирующая способность (ЭС), т.е. способность к удержанию тканями внесенного в систему жира и стабильность эмульсии (СЭ), т.е. способность оставаться в эмульгированном состоянии после термообработки.

Показатели эмульгирующей способности и стабильности эмульсии молок лососевых представлены в табл. 6.

Таблица 6

Эмульгирующая способность и стабильность эмульсии молок лососевых

Table 6

The emulsion ability and stability of salmon milt emulsion

Вид молок	Внешний вид эмульсии	Консистенция эмульсии	ЭС, %	СЭ, %
Молоки лососевых (сырые)	Однородная, кремового цвета	Плотная, густой сметаны	100	86
Молоки лососевых (вареные)	Однородная, белая с кремовым оттенком	Жидкой сметаны	100	60

Проведенные исследования эмульгирующей способности сырых и вареных молок лососевых показали, что они хорошо удерживают жир. Эмульсия, полученная из сырых молок, имеет плотную, однородную консистенцию, близкую к густой сметане, однако вареные молоки дают менее плотную консистенцию эмульсии. Однако после термообработки эмульсий на основе молок наблюдается отделение воды. Более высокой стабильностью обладают эмульсионные системы из сырых молок. Для увеличения стабильности эмульсионных систем на основе молок необходимо использовать влагосвязывающие агенты.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что молоки лососевых имеют невысокий коэффициент пищевой насыщенности, поскольку в их тканях содержится небольшое количество жира и они достаточно обводнены. Хотя в молоках содержится небольшой процент липидов, однако они богаты полиненасыщенными жирными кислотами, в том числе незаменимыми, что способствует высокому коэффициенту метаболизации ли-

пидов молок в организме человека. Кроме того, липиды молок имеют высокий коэффициент биологической значимости. Установлено, что молоки лососевых обладают достаточно хорошими функционально-технологическими свойствами и пригодны для производства широкого ассортимента продукции как формованных изделий, так и продуктов эмульсионного типа.

Список литературы

1. Абрамова Л.С. Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 175 с.
2. Богданов В.Д. Рыбные продукты с регулируемой структурой. – М.: Мир, 2005. – 310 с.
3. Кизеветтер И.В. Биохимия сырья водного происхождения. – М.: Пищ. пром-сть, 1973. – 424 с.
4. Рамбеза Е.Ф., Рехина Н.И. Влияние химического состава мяса рыбы на качество и сроки хранения пищевого мороженого рыбного фарша // Рыб. хоз-во. – 1980. – № 3. – С. 66-68.
5. Югай А.В. Обоснование рациональной переработки бычков *Myoxocephalus polyacanthocephalus* и *Myoxocephalus jaok* для производства пищевых продуктов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Владивосток, 2011. – 22 с.

Сведения об авторах: Коровина Юлия Алексеевна, аспирант, e-mail: uliya_6053@mail.ru;
Дементьева Наталья Валерьевна, кандидат технических наук, доцент,
e-mail: dnvdd@mail.ru.

УДК.665.937.6 : 66.084

В.И. Погонец, И.Х. Пешков, О.И. Русанов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ПЕРЕНОС ТЕПЛА И ВЛАГИ ПРИ СУШКЕ ВО ВЗВЕШЕННОМ СОСТОЯНИИ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ МОРЕПРОДУКТОВ

Проведены исследования сушки частиц ламинарии, кальмара, трепанга, рыбного фарша (трески, минтая), агара и других измельченных морепродуктов во взвешенном состоянии в закрученных потоках. Выявлены основные закономерности переноса тепла и влаги сушки этих продуктов. По полученным результатам удалось разработать более десятка новых сушилок, которые успешно эксплуатируются на береговых рыбозаводах и в судовых условиях.

Ключевые слова: сушка, морепродукты, взвешенное состояние, особенности переноса тепла и влаги.

V.I. Pogonets, I.H. Pechkov, O.I. Rusanov HEAT AND MOISTURE TRANSFER DURING DRYING IN SUSPENSION GRINDING SEAFOOD

Investigations of drying of particle of kelp, squid, sea cucumber, minced fish (cod, pollock), agar and other shredded seafood suspended in swirling flows have been done. The basic laws of heat and moisture of drying of these products have been detected. According to the results failed to develop more than a dozen new dryers, which are successfully used in coastal fish factories and ship conditions.

Key words: drying, seafood, suspension, feature of heat and moisture transfer.

Процесс сушки влажных морепродуктов представляет собой не только теплофизический, но и технологический процесс, в характере протекания которого решающую роль играет организация его в технологической схеме, с учетом особенностей строения морепродуктов, обуславливающая форму связи влаги с биочастицами [4, 5, 6, 7, 8].

Основой теории сушки являются закономерности переноса тепла и влаги во влажных частицах продуктов при взаимодействии их с нагретым до определенной температуры теплоносителем [2]. Макрокинетический метод описания процессов с дисперсной средой, как известно, состоит в том, что в условиях, определяющихся технологической схемой процесса, исследуется кинетика обработки малого объекта (частицы), которая затем рассматривается совместно с параметрами среды с учетом особенностей обработки.

Процесс сушки влажных частиц морепродуктов – процесс тепло- и массообмена при наличии фазовых превращений. Этот процесс состоит из переноса теплоты и вещества внутри частиц измельченных морепродуктов (ламинарии, кальмара, крупки из рыбного фарша и др.), так называемый внутренний тепло- и массообмен и переноса теплоты и вещества от обрабатываемой частицы в окружающую среду (внешний тепло- и массообмен). Сочетание внешнего и внутреннего тепло- и массообмена определяет кинетику процесса сушки.

Рассмотрим особенности переноса теплоты и вещества во влажных частицах измельченных морепродуктов. Для каждой отдельной частицы период падающей скорости сушки наступает в общем случае после окончания первого периода – постоянной скорости сушки.

В период постоянной скорости сушки влажность на поверхности сохнущего материала больше гигроскопической, а пар, выделяющийся с поверхности, является насыщенным, его температура равна температуре испарения влаги. Поскольку в этот период влага испа-

ряется в основном с поверхности частиц, то температура поверхности с достаточной степенью точности равна температуре насыщенного пара.

В период падающей скорости сушки влажность на поверхности обрабатываемых частиц морепродуктов становится равной гигроскопической, что приводит к углублению зоны испарения внутрь частиц, и скорость процесса начинает лимитироваться скоростью подачи влаги из внутренних слоев частиц к их поверхности. Это приводит к росту температуры поверхности частиц измельченных морепродуктов.

Внешний тепло- и массообмен при конвективной сушке частиц представляет собой перенос теплоты, осложненной переносом вещества, и перенос вещества (пара) в неконденсирующейся нейтральной газовой среде, при этом направление потока теплоты не совпадает с направлением потока вещества [12].

Гидродинамические условия процесса тепло- и массообмена следующие: теплоноситель перемещается относительно поверхности частиц, обтекая их. При этом в непосредственной близости от поверхности каждой частицы гидробионтов образуется пограничный слой, оказывающий значительное влияние на процесс сушки. В таком случае все параметры состояния пограничного газа отличаются от параметров состояния газа в камере сушки. Это приводит к появлению добавочных сопротивлений для переноса теплоты и влаги.

При рассмотрении гидродинамической обстановки в созданных нами установках [5, 10] различного типа было замечено, что частицы морепродуктов могут находиться в зоне турбулентного режима с большими числами Рейнольдса Re , т.е. в конических камерах установок, которые нами предложены промышленным предприятиям. Замечено также, что в этих конических камерах с активным кипящим слоем морепродуктов, в ядре потока, на динамику обтекания частиц накладывается влияние входного эффекта воздушных струй теплоносителя, выходящего из множества отверстий газораспределительной решетки, предложенной авторами [9]. Кроме того, турбулизующее действие на пограничный подслоя оказывает процесс испарения влаги с поверхности частиц гидробионтов. Вылетающий пар имеет достаточно большие скорости и, пронизывая пограничный слой, также способствует его турбулизации.

Таким образом, изучая протекание процессов в разработанных установках, мы наблюдали режимы обтекания, которые дают возможность сохранить вязкий подслоя на каждой частице, а также его турбулизацию.

Рассматривая последовательно явления, имеющие место в обоих случаях, мы выяснили, что формирование пограничного подслоя происходит следующим образом: если на большом расстоянии от обтекаемой поверхности теплоноситель движется со скоростью ω_t относительно этой поверхности, то на некотором малом расстоянии сказывается влияние трения теплоносителя о поверхность частиц. То есть в ядре потока поле скоростей однородно и градиент скорости равен нулю, а на некотором малом расстоянии возникает градиент скорости, отличный от нуля и направленный от поверхности к потоку теплоносителя. В случае конвективной сушки обтекаемая поверхность частиц имеет температуру ниже температуры воздуха, и та часть теплоносителя, которая составляет пограничный слой, двигаясь медленнее всего потока, успевает охладиться сильнее.

Таким образом, в пограничном слое из-за градиента скорости на различных расстояниях от обтекаемой поверхности частиц возникает градиент температур, по направлению он совпадает с градиентом скорости и зависит от тех же причин, от которых зависит и последний, а также от теплопроводности теплоносителя. В пограничном слое имеет место градиент влагосодержания воздуха.

В связи с тем, что рассматриваемый нами процесс осложнен испарением влаги с поверхности частиц морепродуктов, уравнение переноса энергии необходимо дополнить новым членом, характеризующим объемное испарение влаги, как это предлагается в класси-

ческой литературе [1]. Его величина равна произведению удельной теплоты испарения q_u на массу испаряющейся влаги M_e в единице объема с поверхности пористого тела в единицу времени.

Поле скоростей и температур с учетом испарения с поверхности частиц в ламинарном пограничном слое описывается [1]:

1) уравнением количества движения:

$$\omega_x \frac{\partial \omega_x}{\partial x} + \omega_y \frac{\partial \omega_x}{\partial y} = \nu \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial y^2} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x}; \quad (1)$$

2) уравнением сплошности:

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho \omega_x) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho \omega_y) = 0; \quad (2)$$

3) уравнением теплообмена, осложненного испарением:

$$\rho C_p q \left(\omega_x \frac{\partial t}{\partial x} + \omega_y \frac{\partial t}{\partial y} \right) = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} - q_u M_e. \quad (3)$$

В уравнение (3) не включены члены, представляющие диссипацию энергии: это член, определяющий внутреннее трение $\nu \rho \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial y^2}$, и член, учитывающий расширение теплоносителя $\omega_x \frac{\partial P}{\partial x}$ в связи с их малостью;

4) краевое условие: конвективный тепловой поток от омывающего теплоносителя передается теплопроводностью через пограничный слой:

$$\alpha \cdot \Delta t = \lambda_r \frac{\partial t}{\partial y}, \quad (4)$$

где ω_x – компонента скорости вдоль обтекаемой поверхности; ω_y – компонента скорости, нормальная к поверхности.

При малом изменении давления в поперечном направлении пограничного слоя можно считать, что давление определяется условиями во внешнем потоке газа. Согласно уравнению Бернулли

$$-\frac{\partial P}{\partial x} = \rho_\Gamma \cdot \omega_\Gamma \cdot \frac{\partial \omega_\Gamma}{\partial x}. \quad (5)$$

Величины с подстрочными индексами « Γ » относятся к потоку теплоносителя вне пограничного слоя.

Система уравнений, описывающих внешнюю задачу, примет вид

$$\omega_x \frac{\partial \omega_x}{\partial x} + \omega_y \frac{\partial \omega_x}{\partial y} = \nu \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial y^2} + \omega_\Gamma \frac{\partial \omega_\Gamma}{\partial x}, \quad (1')$$

$$\frac{\partial \omega_x}{\partial x} + \frac{\partial \omega_y}{\partial y} = 0, \quad (2')$$

$$\rho C_p q \left(\omega_x \frac{\partial t}{\partial x} + \omega_y \frac{\partial t}{\partial y} \right) = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} - q_u M_e, \quad (3')$$

$$\alpha \cdot \Delta t = \lambda_r \frac{\partial t}{\partial y}. \quad (4')$$

Предполагаем, что тепло, необходимое для испарения частиц влаги, передается путем теплопроводности. Плотность такого потока теплоты равна

$$\frac{\lambda_r}{d} (T_c - T_m) = q_u d M_e, \quad (6)$$

где $M_e d$ – интенсивность испарения; d – характерный размер частиц морепродуктов, подвергаемых сушке.

Рассмотрим процесс турбулизации пограничного слоя. Для описания процесса можно использовать теорию турбулентности Прандтля.

Для случая двухмерного потока уравнение движения в пограничном слое имеет следующий вид:

$$\frac{\partial \omega_x}{\partial \tau} + \omega_x \frac{\partial \omega_x}{\partial x} + \omega_y \frac{\partial \omega_x}{\partial y} = \nu \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial y^2} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x}, \quad (7)$$

где ω_x, ω_y – мгновенные величины составляющих скорости; ρ, P, ν – мгновенные значения плотности, давления и кинематического коэффициента вязкости соответственно.

Уравнение неразрывности для двухмерного потока:

$$\frac{\partial \omega_x}{\partial x} + \frac{\partial \omega_y}{\partial y} = 0. \quad (8)$$

Умножим левую и правую части на ω_x и, произведя преобразования, получим

$$\frac{\partial \omega_x^2}{\partial x} + \frac{\partial (\omega_x \omega_y)}{\partial y} = \omega_x \frac{\partial \omega_x}{\partial x}. \quad (9)$$

Подставив уравнение (9) в уравнение (7), получим

$$\frac{\partial \omega_x}{\partial \tau} + \frac{\partial \omega_x^2}{\partial x} + \frac{\partial (\omega_x \omega_y)}{\partial y} = \nu \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial y^2} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x}. \quad (10)$$

Компоненты скорости турбулентного потока можно разложить на средние по времени и пульсационные составляющие:

$$\omega_y = \overline{\omega_y} + \omega'_y; \quad \omega_x = \overline{\omega_x} + \omega'_x$$

При осреднении во времени пульсационные составляющие исчезают ($\omega'_x = 0$; $\omega'_y = 0$), но на квадраты и произведения пульсационных величин это не распространяется. После замены в уравнении мгновенных величин средними и пульсационными, а также после исключения градиента давления как величины незначительной и сил вязкого трения (ввиду отсутствия ламинарного подслоя) получим уравнение в следующем виде:

$$\overline{\omega_x} \frac{\partial \overline{\omega_x}}{\partial x} + \overline{\omega_y} \frac{\partial \overline{\omega_x}}{\partial y} = - \frac{\partial (\overline{\omega'_x \omega'_y})}{\partial y}. \quad (11)$$

В физической модели турбулентности, описанной в книге [11], автор исходит из предположения о том, что касательные напряжения в турбулентном потоке вызываются переносом вихрей. В двухмерном потоке усредненная интенсивность вихря выражается формулой

$$\omega = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \overline{\omega_x}}{\partial y} - \frac{\partial \overline{\omega_y}}{\partial x} \right). \quad (12)$$

Если направление потока совпадает с осью абсцисс, то величина $\frac{\partial \overline{\omega_y}}{\partial x}$ мала по сравнению с величиной $\frac{\partial \overline{\omega_x}}{\partial y}$. Если средний свободный путь жидкой частицы в турбулентном потоке равен l , то при поперечном переносе частицы из одного слоя в другой последняя будет иметь избыток или недостаток значения вихря, равный

$$\Delta \omega - l \frac{\partial \overline{\omega}}{\partial y} = \frac{1}{2} l \frac{\partial^2 \overline{\omega_x}}{\partial x^2}, \quad (13)$$

где l – длина пути перемешивания, представляющая собой то расстояние, которое частица жидкости, двигаясь со средней скоростью своего первоначального слоя, должна пройти для того, чтобы разность ее скорости и скорости течения потока в новом месте стала равной усредненному значению от абсолютной величины продольной пульсации турбулентного сечения.

Потеря индивидуальности жидкой частицы должна сопровождаться скачкообразным изменением пульсации на величину $\omega' = \Delta \omega$.

Однако
$$\omega' = \frac{1}{2} \frac{\partial \omega'_x}{\partial y}. \quad (14)$$

Отсюда
$$\frac{\partial \omega'_x}{\partial y} = l \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial y^2}. \quad (15)$$

Используя то обстоятельство, что поперечные пульсации скорости имеют тот же порядок величин, что и продольные пульсации, т.е.

$$\pm \omega'_y \approx \omega'_x \approx l \frac{\partial \omega_x}{\partial y}, \quad (16)$$

из уравнений (7), (16), (11) можно получить

$$\overline{\omega_x} \frac{\partial \omega_x}{\partial x} + \overline{\omega_y} \frac{\partial \omega_x}{\partial y} = \pm l^2 \frac{\partial \omega_x}{\partial y} \cdot \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial y^2}. \quad (17)$$

Теплообмен между потоком сушильного агента и измельченной частицей морепродуктов описывается уравнением конвективного переноса тепла:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + \omega_x \frac{\partial t}{\partial x} + \omega_y \frac{\partial t}{\partial y} = \frac{\lambda}{C_p \cdot \rho} \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\nu}{C_p} \left(\frac{\partial \omega_x}{\partial y} \right)^2, \quad (18)$$

где $\frac{\nu}{C_p} \left(\frac{\partial \omega_x}{\partial y} \right)^2$ – работа против сил молекулярного трения; $\frac{\lambda}{C_p \cdot \rho} \frac{\partial^2 t}{\partial y^2}$ – количество теплоты, которое переносится за счет молекулярной теплопроводности; C_p – теплоемкость среды; t – температура измельченной частицы морепродуктов; λ – коэффициент молярной теплопроводности.

Используя уравнение неразрывности, заменяя мгновенные значения температуры и скорости средними и пульсационными, произведем усреднение по времени. Количеством теплоты, передаваемым молекулярной теплопроводностью и диссипацией энергии при вязком трении, пренебрегаем вследствие их незначительности по сравнению с турбулентным переносом теплоты.

Следовательно, перенос теплоты в турбулентном потоке осуществляется в результате перемешивания слоев с различной температурой, т.е. благодаря корреляции между пульсациями скорости и температуры.

Пульсация температуры есть ее изменение в момент потери индивидуальности жидкой частицей после поперечного перенесения на длину l :

$$t' \cong l \frac{\partial t}{\partial y}. \quad (19)$$

Выразим пульсационную составляющую ω'_y из уравнения (16). После проведения всех подстановок приходим к уравнению теплового пограничного слоя. Однако здесь надо отметить, что плотность среды остается неизменной благодаря компенсации уменьшения последней из-за увеличения влажности увеличением из-за понижения температуры по направлению к поверхности частицы.

$$\omega_x \frac{\partial t}{\partial x} + \omega_y \frac{\partial t}{\partial y} = C_p^2 l^2 \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \omega_x}{\partial y} \cdot \frac{\partial t}{\partial y} \right). \quad (20)$$

Как было отмечено ранее, l пропорциональна отношению пульсационной скорости ω'_x к производной средней скорости по координате $y - \frac{\partial \overline{\omega_x}}{\partial y}$, т.е. $l \frac{\omega'_x}{\frac{\partial \overline{\omega_x}}{\partial y}}$.

Интенсивность возмущения слоя, вносимого частицами влаги, падает по мере удаления от поверхности частицы и почти исчезает вне пограничного слоя.

Следовательно, есть основание полагать, что $l = const$ и не зависит от поперечной координаты y . Возмущения, вносимые в пограничный слой испаряющимися частицами влаги, усиливаются вдоль потока (по x). Постоянство скорости основного потока вне пограничного слоя обуславливает малое изменение градиента скорости в продольном направлении. Следовательно, $l = const$.

Пульсации скорости, вызванные испарившимися частицами в пограничном слое, мало зависят от скорости основного потока, градиент же продольного компонента растет с увеличением скорости основного потока вне пограничного слоя. Отсюда следует, что в случае мало изменяющегося значения пульсации скорости ω_x и при увеличивающемся градиенте

скорости $\frac{\partial \overline{\omega_x}}{\partial y} \cdot l$ должна уменьшаться. Здесь отмечаем, что уравнения составлены для системы криволинейных координат, причем ось x направлена вдоль контура тела вращающейся частицы, а y – по нормали к поверхности частицы; соответственно этому измеряются и составляющие скорости [5, 6, 8].

Зависимости длины пути перемешивания от вязкости и температурного фактора следует рассматривать совместно. Кинематический коэффициент вязкости воздуха растет с увеличением температуры. Температурный фактор определяется психометрической разностью, которая при одинаковой влажности среды с увеличением температуры также возрастает. С увеличением температуры омывающего потока увеличивается интенсивность испарения, поэтому пульсации скорости, вызванные испаряющимися частицами влаги, также должны увеличиваться, градиент же продольного компонента скорости мало зависит от изменения температуры.

В таких условиях рост температуры должен обуславливать также рост пути перемешивания.

Из рассмотренного выше следует

$$l = f(v; G_u; d; \omega_q), \quad (21)$$

где $G_u = \frac{T_c - T_m}{T_m}$ – критерий Гухмана, характеризующий потенциальные возможности нагретого воздуха как сушильного агента.

Граничные условия процесса можно определить следующим образом: количество теплоты, передаваемое пограничному слою от потока теплоносителя, равно количеству теплоты, передаваемому через пограничный слой:

$$\alpha(t - Q) = C_p l^2 \left(\frac{\partial \omega_x}{\partial y} \right) \left(\frac{\partial t}{\partial y} \right), \quad (22)$$

где t – температура потока сушильного агента; Q – температура поверхности измельченной частицы морепродуктов, равная для периода постоянной скорости сушки температуре мокрого термометра.

Период постоянной скорости сушки гидробионтов заканчивается в тот момент, когда влагосодержание частиц становится равно гигроскопическому влагосодержанию и намечается углубление зоны испарения внутрь частиц морепродуктов. При этом прекращается охлаждающее действие процесса испарения на поверхность частиц, и температура поверхности начинает расти, стремясь сравниться с температурой сушильной камеры.

На основе метода термодинамики необратимых процессов [2], рассматривающих перенос теплоты и вещества в их взаимосвязи, была установлена зависимость между молекулярным переносом энергии упорядоченного движения и переносом теплоты и вещества.

Изменение влагосодержания тела можно определить двумя методами:

- 1) принять за основу закон переноса пара и подсчитать плотность потока пара через контрольную поверхность;
- 2) принять за основу закон переноса жидкости и рассчитать поток жидкости через контрольную поверхность.

В обоих случаях надо знать количество испарившейся жидкости:

$$du = du_{ж} + du_n .$$

Изменение влагосодержания du равно сумме изменений влагосодержаний за счет переноса жидкости $du_{ж}$ и фазового превращения du_n .

$$\frac{du_n}{du} = \varepsilon_\phi - \text{критерий фазового превращения, тогда } du = du_{ж} + \varepsilon_\phi \cdot du .$$

Величина $\varepsilon_\phi du$ является стоком жидкости (испарение жидкости). Если фазовых превращений в теле нет ($\varepsilon_\phi = 0$), то изменение влагосодержания тела в любой точке его происходит только за счет переноса жидкости ($du = du_{ж}$). Если критерий фазового превращения равен единице ($\varepsilon_\phi = 1$), то влагосодержание в теле изменяется только за счет испарения жидкости, а перенос жидкости отсутствует ($du_{ж} = 0$). Таким образом, $0 \leq \varepsilon_\phi \leq 1$. При $\varepsilon_\phi = 1$ перенос влаги происходит только в виде пара, а при $\varepsilon_\phi = 0$ - только в виде жидкости. Авторами [3] было предложено дифференциальное уравнение переноса жидкости на основе закона сохранения массы. Изменение влагосодержания тела в объеме V равно потоку жидкости через поверхность F плюс источники (стоки) жидкости в этом объеме:

$$\int_V \frac{\partial(\rho_0 qu)}{\partial \tau} = - \int_F q_{ж} dF_n + \int_V \varepsilon_\phi \frac{\partial(\gamma_0 u)}{\partial \tau} dV . \tag{23}$$

После преобразований было получено следующее дифференциальное уравнение:

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = \nabla(a_m \nabla u + a_m \delta_m \nabla t), \tag{24}$$

где $\frac{\lambda_m}{c \rho_0 q} = a_m$ - эквивалентный коэффициент теплопроводности вещества;

δ - термоградиентный коэффициент, который показывает, какой градиент влагосодержания создается в материале при температурном градиенте, равном 1.

Уравнение (24) – дифференциальное уравнение переноса влаги внутри материала. Скорость изменения влагосодержания высушиваемого материала в любой точке тела определяется изменением влагосодержания в единицу времени с учетом переноса влаги влагопроводностью $\nabla(a_m \nabla u)$ и за счет термовлагопроводности $\nabla(a_m \delta_m \nabla t)$. Граничное условие:

$$- a_m \rho_0 q \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)_{\text{нов}} = \alpha_m (P_m - P_n), \quad (25)$$

т.е. количество влаги, переместившейся изнутри тела к его поверхности, равно количеству влаги, переместившейся с поверхности тела в окружающую среду.

Для процесса переноса теплоты, осложненного внутренним массообменом во влажном теле, было предложено следующее дифференциальное уравнение, определяющее температурное поле внутри влажного тела в условиях конвективной сушки:

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = a \nabla^2 \theta + \varepsilon \frac{c}{c} \frac{\partial u}{\partial \tau}, \quad (26)$$

где $a \nabla^2 \theta$ – изменение энтальпии в единицу времени, учитывает перенос теплоты теплопроводностью; $\varepsilon \frac{c}{c} \frac{\partial u}{\partial \tau}$ – учитывает перенос теплоты при фазовых превращениях.

Граничное условие процесса сушки измельченных частиц морепродуктов можно описать уравнением баланса: количество теплоты, передаваемое частице от потока теплоносителя, равно количеству теплоты, используемому на нагревание частицы и испарение влаги:

$$\alpha \Delta t = \lambda_m (\nabla t)_{cm} - \eta \rho_m q \frac{V}{F} \frac{\partial \bar{u}}{\partial \tau}, \quad (27)$$

где α – коэффициент теплоотдачи; λ_m – коэффициент теплопроводности измельченной частицы морепродуктов; q – теплота парообразования; u – влагосодержание частиц морепродуктов.

При исследованиях нами была рассмотрена кинетика процесса сушки единичных частиц ламинарии, кальмара, трепанга. При отсутствии принудительного обдува продукта может быть сделана попытка аналитического решения частной задачи – кондуктивной сушки при тепловых и массообменных параметрах, принятых постоянными.

В результате исследований, с учетом изучения и обоснования процесса сушки для различных измельченных морепродуктов, были выполнены расчеты оптимальных параметров процесса, что позволило далее спроектировать более десятка новых сушилок. Эти конструкции сушилок включают новые разработанные комплектующие: газораспределительные решетки, двойные тангенциальные улитки, перегрузочные эжекторы и сушильные камеры.

Список литературы

1. Лыков А.В. Теоретические основы строительной теплофизики. – Минск: Изд-во АН СССР, 1961.
2. Лыков А.В. Тепло- и массообмен в процессах сушки. – М.: Госэнергоиздат, 1956.
3. Лыков А.В., Грязнов А.А. Молекулярная сушка. – М.: Пищепромиздат, 1956.
4. Погонец В.И. Гидродинамические характеристики и диапазон существования кипящего закрученного слоя дисперсных частиц агара при сушке // Сб. науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – Вып. 25. – С. 111-115.
5. Погонец В.И. Технология сушки морепродуктов во взвешенном состоянии. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – 245 с.

6. Погонец В.И., Пешков И.Х. Технология сушки пряно-сладкой ламинарии при производстве цукатов // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы II Междунар. науч.-технич. конф. Ч. II. – Владивосток, 2012. – С. 110-113.

7. Погонец В.И., Пешков И.Х. Тепловые параметры процесса сушки агара в кипящем закрученном слое // Сб. науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – Вып. 26. – С. 102-107.

8. Погонец В.И., Пешков И.Х. Особенности сушки частиц агара во взвешенно-закрученных потоках // Сб. науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – Вып. 26. – С. 126-132.

9. Погонец В.И., Русанов О.И. Интенсификация процессов сушки шинкованных морепродуктов, склонных к комкованию // Сб. науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2013. – Вып. 28. – С. 126-135.

10. Погонец В.И. Промышленные аппараты для сушки ламинарии во взвешенно-закрученных потоках теплоносителя // Сб. науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2008. – Вып. 20. – С. 253-263.

11. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. – М.: Наука, 1969. – 743 с.

12. Vimbeheth I.I., Loncin M., Brusset H. Тепло и массопередача при сушке твердых материалов. – 1971. – Vol. 19, № 6. – P. 860-865.

Сведения об авторе: Погонец Владимир Ильич, доктор технических наук, профессор, e-mail: pogonetsvi@mail.ru;

Пешков Иван Харитонович, аспирант.

Русанов Олег Иванович, аспирант.

УДК 664

Ф.Б. Волотка, В.Д. Богданов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

**ЖИРНО-КИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ФОРМОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ
ИЗ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ КРАСНОПЕРКИ (TRIBOLODON BRANDTII)
И КЕФАЛЬ-ЛОБАНА (MUGIL CEPHALUS)**

Представлены результаты исследования жирно-кислотного состава формованных изделий из дальневосточной красноперки и кефаль-лобана. Данные исследования показывают, что разработанные формованные изделия имеют высокую биологическую эффективность.

Ключевые слова: дальневосточная красноперка, *Tribolodon brandtii*, фарш, кефаль-лобан, *Mugil cephalus*, жирно-кислотный состав, нормы, биологическая эффективность, липиды.

F.B.Volotka, V.D. Bogdanov

**FATTY ACID COMPOSITION OF MOLDED PRODUCTS
FROM THE FAR EAST RUDD (TRIBOLODON BRANDTII)
AND STRIPED MULLET (MUGIL CEPHALUS)**

The results of the study of fatty acid composition of molded products from the Far East and the red-eye mullet, striped mullet. These studies show that the molded articles have developed a high biological efficacy.

Keywords: Far rudd, *Tribolodon brandtii*, stuffing, striped mullet, *Mugil cephalus*, fatty acid composition, norms, biological efficiency, lipids.

Продукты питания (в том числе формованные рыбные продукты) по теории сбалансированного питания в повседневном рационе должны содержать такое количество компонентов: аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, антиоксидантов и т.д., – которое достаточно для благотворного воздействия на организм человека (Diplock, 1998). В этой связи расширение ассортимента формованных изделий из дальневосточной красноперки и кефаль-лобана и оценка их качественных показателей, в том числе жирно-кислотного состава, является актуальной задачей.

Жирно-кислотный состав продуктов питания – второй по значимости после аминокислотного состава комплексный показатель, с помощью которого можно качественно и количественно оценивать функционально-метаболическую адекватность продуктов целям повседневного или специального питания (Липатов, 2003). Добавляемые в рецептурные композиции жиры положительно влияют на пластичность массы, а также на органолептические показатели.

В целях повышения питательной ценности рыбных формованных изделий в рецептуру включают растительные и животные жиры. Также известно, что липиды морских рыб отличаются от пресноводных, прежде всего, по содержанию полиненасыщенных жирных кислот: линолевой, линоленовой, арахидоновой, эйкозапентаеновой и докозагексаеновой, – которые не синтезируются в организме человека (Мглинец и др., 2000 г.; Сторожук, 1970), в связи с этим представляет интерес исследование жирно-кислотного состава разработанных рыбных формованных изделий.

Целью нашей работы являлось исследование жирно-кислотного состава формованных изделий на основе дальневосточной красноперки и кефаль-лобана; объектами исследования – рыбные формованные изделия.

Основным сырьем для производства рыбных формованных изделий являлась дальневосточная красноперка, или мелкочешуйный угай (*Tribolodon brandtii*), и кефаль-лобан (*Mugil cephalus*), соответствующие ГОСТ 814-96 Рыба охлажденная.

Состав жирных кислот определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе GC-2010 («Shimadzu», Япония), использовали капиллярную кварцевую колонку (0,25 мм × 25 м) с неподвижной фазой Carbowax-20.

Особую важность для нормального функционирования организма человека имеют полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), в том числе ω -3 и ω -6. Дефицит ω -3 приводит к снижению способностей к обучению и психомоторного развития у детей, нарушению функций сердечно-сосудистой системы. Известно, что ω -3 жирные кислоты нормализуют тромбообразование и свертываемость крови, снижают риск инфаркта миокарда (Акулин и др., 1995). Физиологическая потребность для взрослых составляет 8-10 г/сут ω -6 жирных кислот и 0,8-1,6 г/сут ω -3 жирных кислот (Нормы..., 2008). ПНЖК типа ω -6 очень полезны и жизненно необходимы организму. Однако их эффекты становятся чрезмерными и очень опасными на фоне дефицита ω -3 жирных кислот. Такая ситуация провоцирует развитие атеросклероза, инфаркта, усиливает некоторые формы гипертонической болезни; способствует хроническим воспалениям суставов и внутренних органов; стимулирует аллергии.

Жирные кислоты ω -3 семейства являются биологически активными веществами, действующими как профилактические лекарственные средства на организм человека при сердечно-сосудистых, онкологических и других заболеваниях. Главные жирные кислоты этого семейства: эйкозапентаеновая (20:5) и докозагексаеновая (22:6) – играют важную роль для организма человека как биологически активные соединения, участвуют в регулировании обменных процессов, воздействуют на иммунную систему человека, препятствуют развитию астматических и некоторых опухолевых процессов (Поверин, 2008).

Жиры с повышенным содержанием олеиновой кислоты отличаются повышенной усвояемостью, также олеиновая кислота ингибирует активность лецитиназы, в результате чего уменьшается активность протекания гидролитических и окислительных процессов при хранении продукта, что служит фактором увеличения сроков хранения готового продукта (Трофимчук, 1971; Jurkowski, 1965).

Присутствующие в липидах ненасыщенные линолевая (18:2), линоленовая (18:3) и арахидоновая (20:4) кислоты являются важными физиологически необходимыми для человека веществами и составляют витамин F (Лещанская, 2003).

Из литературных данных известно, что наилучшее соотношение жирных кислот в обычном рационе питания человека ПНЖК:МНЖК:НЖК – 10:60:30. Более полное представление о полноценности жира дает характеристика соотношения насыщенных и ненасыщенных жирных кислот (ПНЖК+МНЖК):НЖК – 2,3:1 (Левачев, 1980, Липатов и др., 2001).

Для проведения исследования нами приготовлены образцы формованных изделий из дальневосточной красноперки и кефаль-лобана с добавлением компонентов растительного происхождения, специй и других ингредиентов (табл. 1).

Качественный состав и количественное содержание жирных кислот формованных изделий из дальневосточной красноперки и кефаль-лобана представлен в табл. 2.

Анализ жирно-кислотного состава липидов рыбных формованных изделий, представленный в табл. 1, показывает, что общее количество полиненасыщенных жирных кислот колеблется от 13,79 (рецептура № 7) до 45,00 % (рецептура № 6). Основное процентное содержание среди ПНЖК во всех рецептурах приходится на линолевую кислоту: от 8,32 (рецептура № 9) до 42,68 % (рецептура № 6). В рецептурах № 7 и 9 с добавлением шпика самое низкое содержание ПНЖК 13,79 и 17,70 % соответственно. Содержание линоленовой кислоты составляет 0,28-0,88 %, арахидоновой – 0,20-1,10 %, небольшое содержание этой кислоты в исследуемых образцах восполняется из незаменимой омега-6 ненасыщенной линолевой жирной кислоты, среднее содержание которой в большинстве образцов превышает 30 %. В клеточных мембранах человека линолевой кислоты содержится в сред-

нем в 10 раз больше, чем омега-3 ненасыщенной α -линоленовой жирной кислоты, что доказывает критическую важность линолевой кислоты и всего класса омега-6 ненасыщенных жирных кислот для нормального функционирования клеточных и субклеточных мембран. Наиболее оптимальное соотношение, по справочным данным ФАО/ВОЗ, линолевой, линоленовой и арахидоновой кислот в рецептурах № 7 и 9.

Суммарное количество жирных кислот (МНЖК) для формованных изделий составляет от 33,48 (рецептура № 6) до 51,08 % (рецептура № 7). Основной мононенасыщенной кислотой является олеиновая, минимальное содержание которой составляет 30,68 % (рецептура № 6), максимальное – 44,17 % (рецептура № 4). Высокое содержание олеиновой кислоты является положительным фактором в увеличении сроков хранения готового продукта, также она участвует в построении биологических мембран и в значительной степени определяет свойства этих липидов.

Таблица 1

Рецептура приготовления формованных изделий из дальневосточной красноперки и кефаль-лобана (котлет и сосисок)

Table 1

Recipe preparation of molded articles from the Far East the redeye and striped mullet (cutlets and sausages)

Компоненты, кг на 100 кг	Номер рецептуры									
	Котлеты					Сосиски				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Дальневосточная красноперка	52,5	39,0	35,0	51,0	60,0	83,5	-	20,0	40,6	71,2
Кефаль-лобан	-	19,0	20,0	-	-	-	67,9	35,2	40,6	-
Лук репчатый свежий	4,0	5,0	5,0	3,0	4,0	4,0	-	-	-	-
Чеснок	-	1,7	1,0	-	1,0	-	0,3	-	-	0,5
Морковь	-	-	1,0	-	3,0	-	5,0	-	-	-
Свекла	-	9,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Перец черный молотый	0,2	0,2	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	-	0,2
Перец душистый молотый	-	0,1	0,2	-	-	-	0,05	-	0,2	0,1
Перец красный молотый	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,2	-
Мускатный орех молотый	-	-	-	-	-	-	0,05	0,05	-	-
Соль поваренная пищевая	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5
Сахар	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,7	0,9	0,5
Панировка из пивной дробины	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	-	-	-	-
Мука из дробины	3,0	-	-	-	-	-	3,0	3,0	-	-
Вода	5,0	6,0	4,0	6,0	5,0	5,0	7,5	10,0	10,0	14,0
Яичный порошок	3,0	4,0	3,0	3,5	-	-	2,0	2,0	2,0	2,0
Картофель	-	3,0	-	10,0	-	-	-	-	-	-
Кукумария	-	-	-	-	16,5	-	-	-	-	-
Капуста белокочанная	-	-	-	10,0	-	-	-	-	-	-
Перец сладкий	-	2,6	2,0	-	-	-	-	-	-	-
Грибы лесные	-	-	14,0	-	-	-	-	12,0	-	-
Молоко сухое	-	-	-	3,0	-	-	2,0	2,0	1,0	-
Сыр	-	-	3,0	-	-	-	-	3,0	-	-
Творог	20,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Масло оливковое	-	5,0	3,0	6,0	4,0	-	-	-	-	-
Масло сливочное	6,0	-	3,0	-	-	-	-	-	-	-
Масло растительное	-	-	-	-	-	-	-	10,0	-	10,0
Шпик	-	-	-	-	-	-	10,0	-	14,0	-

Таблица 2

**Состав жирных кислот формованных изделий
из дальневосточной красноперки и кефаль-лобана**

Table 2

The fatty acid composition of molded products from the Far East redeye and mullet

Жирные кислоты	Содержание жирных кислот, % от суммы жирных кислот									
	Номер рецептуры									
	Котлеты					Сосиски				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Насыщенные</i>	22,49	24,20	21,49	16,34	13,96	14,82	34,38	25,67	33,41	22,83
10:0	0,11	0,09	0,12	-	-	-	-	0,19	-	-
12:0	1,08	1,21	0,72	0,15	-	-	0,05	0,49	0,07	-
14:0	1,15	1,18	1,17	0,4	0,47	0,47	1,03	2,17	1,32	0,82
15:0	0,15	0,14	0,15	0,10	0,16	0,10	0,17	0,33	0,28	0,14
15:0 – iso	-	-	-	-	0,06	-	-	-	-	-
16:0	15,31	16,91	14,89	11,62	8,93	10,58	22,99	16,72	22,03	16,16
16:0 – iso	-	-	-	-	0,06	-	-	0,06	0,1	-
17:0	0,13	0,13	0,12	0,11	0,15	0,09	0,37	0,19	0,42	0,20
17:0 – iso	0,12	0,08	-	0,08	0,20	-	-	0,12	0,15	0,10
17:0 – aiso	0,11	0,07	-	0,07	0,15	-	0,05	0,13	0,19	0,12
18:0	4,07	4,16	4,06	3,51	3,46	3,32	9,54	5,04	8,62	5,07
18:0 – iso	-	-	-	-	0,07	-	-	-	0,06	-
20:0	0,26	0,23	0,26	0,30	0,25	0,26	0,18	0,23	0,17	0,22
<i>Мононенасыщенные</i>	35,32	35,28	44,49	48,07	42,83	38,48	51,08	34,46	48,43	41,89
14:1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-
16:1n-7	1,34	1,70	1,62	1,36	2,33	1,39	2,84	1,74	4,37	3,85
16:1n-?	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-
17:1n-9	0,13	0,16	0,17	0,12	0,19	0,16	0,59	0,29	0,64	0,46
18:1n-11	0,06	0,06	-	-	0,14	-	0,10	0,06	0,19	-
18:1n-9	31,50	31,23	40,73	44,17	36,81	35,68	43,14	30,26	37,63	32,72
18:1n-7	1,33	1,39	1,47	1,55	2,23	0,90	3,11	1,52	3,91	2,95
18:1n-5	0,05	-	-	0,06	0,09	-	0,10	0,12	0,14	-
19:1	-	-	0,06	0,07	-	0,06	0,19	-	-	0,27
20:1n-11	0,34	0,25	0,18	0,27	0,55	0,08	0,05	0,21	0,39	1,11
20:1n-9	0,32	0,25	0,26	0,31	0,43	0,21	0,96	0,26	0,99	0,53
20:1n-7	0,25	0,24	-	0,16	0,06	-	-	-	0,06	-
<i>Полиненасыщенные</i>	41,02	39,67	32,81	34,61	41,80	45,00	13,79	38,23	17,70	31,91
16:2n-4	0,05	0,07	0,08	-	0,10	-	0,08	0,12	0,16	-
16:3n-3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-
16:4n-1	-	-	-	-	-	-	0,08	0,05	0,07	-
18:2n-9	-	-	-	-	-	-	0,12	-	0,11	-
18:2n-6	38,18	36,86	31,03	32,45	36,20	42,68	9,27	34,28	8,32	27,18
18:2n-4	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-
18:3n-6	-	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-
18:3n-3	0,28	0,29	0,36	0,35	0,29	0,88	0,58	0,36	0,52	0,60
18:4n-3	-	-	-	-	-	0,14	0,05	0,06	0,10	0,06
20:2n-6	0,08	-	-	-	0,15	-	0,42	0,11	0,48	0,84
20:3n-6	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-
20:3n-3	-	-	-	-	-	-	0,09	-	0,6	-
20:4n-6	0,29	0,41	0,25	0,26	0,51	0,20	0,69	0,50	1,10	0,48

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20:4n-3	-	-	-	-	0,14	-	-	0,08	0,22	-
20:5n-3	0,91	1,04	0,66	0,78	1,83	0,60	1,06	1,21	2,67	1,47
22:4n-6	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-
22:4n-3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22	-
22:5n-3	0,23	-	-	-	0,49	0,28	0,31	0,27	0,54	0,27
22:6n-3	1,00	0,94	0,43	0,77	2,09	0,22	0,94	1,13	2,43	1,01
Сумма жирных кислот	98,83	99,15	98,79	99,02	98,59	98,30	99,25	98,36	99,54	96,63
ω -3	2,42	2,27	1,45	1,90	4,84	2,12	3,03	3,11	7,36	3,42
ω -6	38,55	37,33	31,28	32,71	36,86	42,88	10,48	34,89	10,00	28,50

Сумма насыщенных жирных кислот в представленных образцах составляет 13,96-34,38 %, основной насыщенной кислотой является пальмитиновая (C16:0). Данная кислота способствует активизации синтеза собственных коллагена, эластина, гликозаминогликанов и гиалуроновой кислоты. Таким образом, происходит обновление межклеточного вещества дермы.

Из представленных в табл. 2 образцов наибольшее количество ω -3 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) находится в рецептуре № 9 (7,36 %), а наименьшее (1,45 %) – в рецептуре № 3, что в 5 раз меньше. При этом сумма ω -6 ПНЖК в формованных изделиях составляет 10,00-42,88 %. Содержание эйкозапентаеновой и докозагексаеновой жирных кислот семейства ω -3 колеблется в пределах 0,60-2,67 % и 0,22-2,43 % соответственно. При этом наибольшее содержание данных кислот приходится на рецептуру № 9, наименьшее – на рецептуру № 6.

Для нормального функционирования организма человека очень важно оптимальное соотношение в пище полиненасыщенных жирных кислот омега-6 и омега-3 типа, которое должно составлять 10:1. В представленных образцах наиболее оптимальное соотношение ω -6: ω -3 составляет 11,2:1 в рецептуре № 8, а также 8,3:1 – в рецептуре № 10. Для остальных образцов соотношение ω -6: ω -3 выше рекомендуемых значений (кроме образцов № 6 и № 9). Возможно, это связано с высоким содержанием линолевой кислоты, входящей в состав растительного масла, добавленного в рецептуры.

Суммарное количество жирных кислот (ПНЖК) ω -3 и ω -6 семейства для образцов составляет: минимальное – 13,51 %, максимальное – 45,00 %. Согласно нормам физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах (Нормы ..., 2008), употребление в пищу разработанной формованной рыбной продукции поможет повысить уровень потребления жирных кислот ω -3 семейства, так как их содержание составляет от 1,45 до 7,36 % от суммы всех жирных кислот.

Для количественной оценки соответствия жирно-кислотного состава липидов потребности организма в жирных кислотах использовали отношение насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Как показали результаты анализа, отношение насыщенных и ненасыщенных жирных кислот – (ПНЖК+МНЖК): НЖК – в формованных изделиях из кефаль-лобана и дальневосточной красноперки составляет: минимальное – 1,8:1 (рецептура № 7), максимальное – 6,0:1 (рецептура № 5), наиболее приближено к оптимальному соотношению 2,0:1 в рецептуре № 9, что говорит о полноценности жира.

Формованные изделия, составленные по рецептурам 7 и 9, наиболее максимально близко приближены к эталону ФАО/ВОЗ по содержанию линолевой, линоленовой и арахидоновой кислот, а также по рекомендуемому соотношению НЖК, МНЖК и ПНЖК. На основании проведенных экспериментов и полученных данных можно утверждать, что разработанные рыбные формованные изделия имеют высокую биологическую эффективность и при потреблении могут обеспечивать здоровое функционирование организма.

Список литературы

1. Мглинец А.И., Ловачева Г.Н., Алешина Л.М. Справочник технолога общественного питания. – М.: Колос, 2000.
2. Сторожук П.Г. Гидролитическое расщепление белковых продуктов животного происхождения протеолитическими ферментами желудочно-кишечного тракта // Вопр. питания. – 1970. – № 4. – С. 3-8.
3. Липатов Н.Н., Башкиров О.И., Геворгян А.Л. Анализ алиментарной адекватности жировых компонентов перспективных видов сырья, балансирующего продукты питания детей в возрасте до 10 лет // Научные и конкурентоспособные технологии продуктов питания со специальными свойствами: сб. науч. тр. (г. Углич, ВНИИМС). – М., 2003. – С. 255-258.
4. Акулин В.Н., Швидкая З.П., Блинов Ю.Г. и др. Консервированные продукты из лососевых – источник полиненасыщенных жирных кислот в питании человека // Изв. ТИНРО. – Владивосток, 1995. – Т. 118. – С. 48-54.
5. Трофимчук Г.Д., Первуинская Т.А. Изменение жирно-кислотного состава липидов рыбы при хранении // Рыб. хоз-во. – 1971. – № 9. – С. 50-51.
6. Лещанская О. Роль транзисомеров жирных кислот в жизнедеятельности человека глазами химика, специалиста по питанию и кардиолога // Пищ. пром-сть. – 2003. – № 7. – С. 54-55.
7. Поверин А.Д. Полиненасыщенные жиры – важнейший компонент продуктов функционального питания // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 7. – С. 35-38.
8. Левачев М.М. Роль липидов пищи в обеспечении процессов жизнедеятельности организма // Вопр. питания. – 1980. – № 2.
9. Липатов Н.Н., Сажинов Г.Ю., Башкиров О.И. Формализованный анализ аминокислотной сбалансированности сырья, перспективного для проектирования детского питания с задаваемой пищевой адекватностью // Хранение, переработка сельхозсырья. – 2001. – № 8. – С. 11.
10. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: метод. рекомендации МР 2.3.1.2432-08 приняты Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор). 18.12.2008 г.
11. Jurkowski M., Brockerhoff H. Lysolecithinase of cod muscle // J. Fish. Res. Bd Canada. – 1965. – № 22. – P. 643-652.

Сведения об авторах: Волотка Федор Борисович, аспирант, e-mail: volotka@bk.ru;
Богданов Валерий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор;
e-mail: pro_ur@dalrybvtuz.ru.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

А.М. Геворгян, А.Л. Дадомагов

Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека,
322396. " " "г. Ташкент."

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ УГОЛЬНО-ПАСТОВЫЕ СЕНСОРЫ И ИХ АНАЛИТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИ ИНВЕРСИОННО- ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОЛОВА

В перспективе дальнейшие разработки в области ИВ-методик направлены на создание модифицированных угольно-пастовых сенсоров, позволяющих многократно выиграть в экспрессности, устранении различных помех, улучшении метрологических характеристик методик анализа, обеспечивающих высокую чувствительность и воспроизводимость результатов определений, позволяющих на несколько порядков снизить предел обнаружения и нижнюю границу определяемых содержаний металлов.

Ключевые слова: инверсионная вольтамперометрия, олово, угольно-пастовой сенсор, тридистиллированная вода, дифференцированное определение, фоновые электролиты, диапазон тока, потенциал накопления на электроде.

A.M. Gevorgyan, A.L. Dadomatov

MODIFICATED CARBON-PASTE SENSORS AND THEIR ANALYTICAL POSSIBILITIES AT THE INVERSION-VOLTAMPEROMETRICAL DETERMINATION OF STANIUM

In perspective further elaboration in field of inversion-voltamperometrical methods must be directed on the elaboration of modified carbon-paste sensors characterizing by high expression and allowing to remove different hindrances to improve some metrological parameters of methods of analysis different metal ions (including stannum), to provide a high selectivity and reproduction of results of analytical determinations and to decrease the limit of determination and low level of determined concentrations of metals ions.

Key words: inversion voltamperometry, tin, carbon-paste sensors, three distilled water, differentiated determination, fone electrolytes, range of the current, accumulation potential on electrode.

Разработка простых, доступных, дешевых, селективных и экспрессных методов определения различных тяжелых токсичных металлов (ТТМ) была и остается актуальной задачей современной аналитической химии и экологии. Одно из перспективных и важных направлений развития электрохимических методов анализа, в частности инверсионной вольтамперометрии (ИВ), связано с созданием и использованием модифицированных угольно-пастовых сенсоров (МУПС). Основное их достоинство состоит в повышении чувствительности, достоверности и экспрессности определения содержания металлов в анализируемых растворах [1].

Разработка простых, доступных, дешевых и импортозамещающих МУПС из отечественных ингредиентов для определения металлов до сих пор пока еще остается актуальной и важной задачей электроаналитической химии. В силу поднятой проблемы одно из перспективных направлений развития изготовленных МУПС является использование их в ИВ-методах определения различных компонентов. Основное достоинство такого подхода заключается в разработке новых методов определения содержания ТТМ с высокими метро-

логическими характеристиками и аналитическими параметрами в объектах окружающей среды и промышленных материалах [2].

Создание новых МУПС в значительной степени зависит от выбора природы аналитического реагента и способа его модифицирования с органическими нелетучими и несмешивающимися с водой веществами, в качестве которых применяли серноокислый гидразин, тиацетомид, ЭДТА, дитизон и др.

Как известно, МУПС в последние годы находят более широкое применение в ИВ при определении многочисленных металлов. Основными достоинствами созданного сенсора-электрода являются простота его изготовления и возможность соединения угольной пасты токопроводящими держателями различной конструкции и типа. Такие электроды обладают также хорошей воспроизводимостью, чувствительностью и высокой рабочей электроактивной поверхностью электрода [3].

Тем не менее одним из важных достоинств изготовленного МУПС является возможность легко и свободно подбирать состав угольной пасты и модификатора, позволяющих получить селективный сенсор для определения различных элементов.

Селективность определения с применением созданного химически модифицированного электрода можно регулировать подбором соответствующих лигандов на основе реакций их комплексообразования. В случае же полимерных комплексообразующих лигандов с ковалентно пришитыми соединениями проблема селективности сводится к развитию соответствующих препаративных подходов для присоединения винильных (или других ненасыщенных) групп к нужному лиганду.

Чувствительность метода анализа с применением химически модифицированных электродов обусловлена степенью и качеством покрытия поверхности электрода со связывающими центрами, стабильностью образующихся комплексов или ионных пар, а также их полезным электрохимическим сигналом. Равновесие достигается так же быстро, как и при использовании электродов с небольшой, но активной рабочей поверхностью.

Использованные МУПС состоят из следующих компонентов: спектрально чистого графита, твердого связующего, модификатора, обладающих характеристиками:

- масса 1,0 г;
- площадь рабочей поверхности $0,03 \text{ см}^2$;
- величина остаточных токов $10^{-7} - 10^{-6} \text{ А}$;
- область рабочих потенциалов $-1,5 - +1,5 \text{ В}$;
- ограничений по pH средам нет;
- температура анализируемой среды $5-50 \text{ }^\circ\text{C}$;
- измеряемые концентрации $10^{-4} - 10^{-9} \text{ М}$;
- среднее значение S_r в диапазоне $0,25 - 0,05$.

Было изучено влияние природы материала на работу созданного электрода. Эксперименты показали, что чем больше отполирована рабочая поверхность электрода, тем стабильнее работа, поэтому его полировали глянцевой бумагой, оставляющей минимальное количество борозд (следов) на пасте.

В настоящее время МУПС находят все большее применение в практике современной аналитической химии и постепенно вытесняют известные классические ртутные, графитовые, металлические и другие электроды, в силу их удобства, простоты изготовления и эксплуатации, отсутствия токсичных компонентов при их создании, высоких электроаналитических характеристик, а также возможности расширения номенклатуры и природы введенных модификаторов, доступности и их дешевизны.

На МУПС ионы определяемых элементов восстанавливаются до металлического состояния, а затем они же обратно переходят в ионную форму, эти процессы, происходящие на электроде, можно представить следующей схемой:



Интерес к модифицированным электродам связан с потребностями ряда областей науки и практики в химических сенсорах и портативных устройствах для определения различных по природе веществ без предварительной пробоподготовки анализируемых объектов. Многие электрохимические сенсоры созданы на основе модифицированных различными избирательными органическими комплексообразующими реагентами электродов. Поэтому актуальность и важность научных исследований и разработок, связанных с модифицированием поверхности рабочего электрода для придания ему специфических свойств, проявляющих себя при обнаружении (распознавании) и количественном определении различных по природе веществ, весьма актуальна и важна.

Целью настоящего сообщения явилось создание модифицированных угольно-пастовых композиционных электродов с более низким пределом обнаружения и высокой селективностью определения олова по сравнению с традиционными ртутными и графитовыми электродами.

Разработанный нами МУПС на основе серноокислого гидразина, медного купороса, диэтилдитиокарбоната натрия весьма привлекательны и вполне пригодны в электрохимическом анализе оловосодержащих материалов.

Успешное применение МУПС в ИВ обусловлено высокой химической и электрохимической устойчивостью углеродных материалов, сравнительно высоким перенапряжением и широкой рабочей областью потенциалов и доступностью материалов для их изготовления. В процессе электролиза деполяризатора углеродные электроды не должны взаимодействовать с определяемыми металлами, что исключает возможность появления систематической погрешности проведения исследования.

Оценку селективности, правильности и воспроизводимости созданных МУПС реализовали определением олова ИВ-методом анализа.

Как известно, олово относится к числу приоритетных загрязнителей окружающей среды. Загрязнение им природных объектов и промышленных материалов отмечено во многих регионах мира. Наличие его также возможно и в пищевых продуктах, поэтому содержание этого канцерогена необходимо систематически и строго контролировать. Согласно санитарно-эпидемиологическим законам и нормативным токсикологическим документам, принятым Минздравом Республики Узбекистан, концентрация олова и его соединений в природных водах и почве не должна превышать 0,2 и 0,5 мг/л соответственно [4].

У рабочих оловоплавильных заводов при длительном воздействии пыли оксида олова (черное олово – SnO) могут развиваться пневмокониозы, у рабочих, занятых изготовлением оловянной фольги, отмечаются также случаи хронической экземы. Тетрахлорид олова (SnCl₄·5H₂O) при концентрации его в воздухе свыше 90 мг/м³ раздражающе действует на верхние дыхательные пути, вызывая кашель; попадая на кожу, хлорид олова вызывает сильное раздражение. Острый судорожный яд-оловянистый водород (SnH₄) также сильно влияет на дыхательные пути человека. Тяжелые отравления при употреблении в пищу давно изготовленных и устаревших по сроку хранения консервов связаны с образованием в консервных банках SnH₄ (за счет действия на консервные банки органических кислот, содержащихся в самих продуктах).

Общая характеристика важна и необходима для диагностирования и прогнозирования состояния здоровья человека и всего живого, что является особо актуальной и важной проблемой современной эколого-аналитической химии.

В то же время актуальной также является задача определения олова в питьевой воде и пищевых продуктах, поскольку оно в значительных количествах способно накапливаться в организме человека и животных, а превышение его содержания на уровне предела допустимых концентрации (ПДК) и выше вовсе не допустимо. Известно, что в присутствии нитратов и хлоридов токсическое влияние олова значительно повышается и становится особо опасным. Основные трудности анализа оловосодержащих материалов заключаются в том, что его истинная концентрация в них находится на уровне $n \cdot 10^{-6}$ М и ниже, соответственно и его точное количественное определение становится трудной аналитической и экологической задачей [5].

Для разработки ИВ-методик определения олова с помощью МУПС были применены различные по природе и концентраций модификаторы, оказывающие значительную помощь в создании электродов и определении олова в объектах окружающей среды и промышленных материалах. Успешное создание МУПС и разработка с их помощью новых методик в значительной степени обусловлены выбором природы модификаторов, режимом и способом их модифицирования при определении олова.

Некоторые из полученных нами данных по установлению влияния природы и концентрации модификаторов на высоту пика депольаризатора и его аналитический сигнал приведены в таблице.

Результаты инверсионно-вольтамперометрического определения олова различными модифицированными угольно-пастовыми электродами ($C_{Sn} = 0,75$ мкг/мл; д.т. 1,0 мкА; $\tau_n = 60$ с;)

Different modified coal-paste electrodes inversion-voltamperometric tin test results

Природа модификатора и его концентрация М	Потенциал полуволны $E_{p/2} = В$	Высота пика, мм	Найдено Sn, мкг	Число параллельных определений n	Стандартное отклонение S	Относительное стандартное отклонение Sr
Сернокислый гидразин – 0,25	-0,45	55	0,71±0,02	4	0,04	0,056
ЭДТА – 0,25	-0,42	46	0,73±0,05	5	0,05	0,068
Дитизон – 0,15	-0,41	38	0,73±0,06	5	0,06	0,082
ДДТКNa – 0,10	-0,44	32	0,74±0,11	4	0,07	0,090
8-оксихинолин – 0,30	-0,43	30	0,72±0,09	5	0,08	0,111
Дифенилкарбозид – 0,20	-0,48	21	0,76±0,12	5	0,11	0,144
Галловая кислота – 0,25	-0,44	15	0,77±0,19	4	0,12	0,156

Из данных таблицы видно, что наилучшим по природе модификатором для определения олова является сернокислый гидразин, поскольку с ним получают наилучшие по форме кривые и максимальная высота аналитического сигнала h , а также более точные результаты его ИВ-определения.

Определение различных ТТМ с помощью созданных электродов является вполне закономерным, оправданным, логичным и завершающим этапом проводимого нами исследования, без которого невозможно располагать полной информацией предсказания и уста-

новления истинной картины метрологических характеристик и аналитических параметров изготовленных МУПС, модифицированных различными по природе органическими комплексообразующими реагентами.

Список литературы

1. Шпигун Л.К., Лунина В.К. Модифицированные стеклоуглеродные электроды для проточно-инжекционного определения неорганических форм олова методом инверсионной вольтамперометрии // Журн. аналит. химии. – 2003. – Т. 58, № 11. – С. 1200-1207.
2. Геворгян А.М., Зияев Д.А., Дадоматов А.Л., Нагаев Р.Р. Оптимизация инверсионно-вольтамперометрического метода определения олова модифицированным угольно-пастовым электродом // Узб. хим. журн. – 2009. – № 6. – С. 45-48.
3. Измайлов Н.А. Электрохимия растворов. – М.: Химия, 1986. – 575 с.
4. Спиваковский В.Б. Аналитическая химия олова. – М.: Наука, 1975. – 245 с.
5. Дымов А.М. Технический анализ руд и металлов. – М.: Наука, 1999. – 483 с.

Сведения об авторах: Геворгян Артур Михайлович, доктор химических наук, профессор;
Дадоматов Аслиддин Лутфидинович, докторант.

УДК 628.35-574.24.044

А.И. Федорова, Д.А. Крикун, С.Д. УгрюмоваДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ОСОБЕННОСТИ ФИЛЬТРОВАНИЯ МОРСКОЙ ВОДЫ
И РАСЧЕТ НАСЫПНОЙ ФИЛЬТРУЮЩЕЙ ПЕРЕГОРОДКИ**

Рассмотрен современный способ подготовки морской воды на рыбоводных и рыбоперерабатывающих предприятиях, представлена краткая характеристика насыпных фильтров с зернистой загрузкой. Определена зависимость эффективности процесса фильтрации от физико-химических свойств примесей в морской воде и насыпных зернистых материалов и от гидродинамических факторов. Описаны стадии процесса выделения взвешенных частиц из морской воды при фильтрации и определяющие факторы в доставке частиц к зернам загрузки. Представлены иллюстрации образования порового канала зернистого слоя, изменения сечения поры, зарастания поры в течение времени фильтрации и модели фильтровальной колонны. Описан эффект очистки морской воды как суммарный результат двух противоположных процессов – изъятия частиц из воды вследствие адгезии к зернам и отрыва ранее прилипших частиц под влиянием гидродинамического воздействия потока. Обобщена методика расчета насыпных фильтров с зернистыми перегородками.

Ключевые слова: зернистые материалы, процесс фильтрации, морская вода, насыпные фильтры, методика расчета.

A.I. Fedorova, D.A. Krikun, S.D. Ugryumova**FEATURES OF SEA WATER FILTRATION AND CALCULATION
OF DRY BULK FILTERING PARTITION**

Considered a modern preparation methods seawater aquaculture and fish processing plants, a brief description of bulk granular media filters. The dependence of the efficiency of the filtering process on the physico-chemical properties of the impurities in sea water and grained bulk materials, and of the hydrodynamic factors. Stage separation process described particulate from seawater by filtration and determinants in the delivery of particles to the load grains. Are illustrations of Education pore channel granular layer, changes in cross-section pore fouling the pores within the time filtering and model filter column. Describes the effect of the treatment of sea water as a result of the total of the two opposite processes – removal of particles from the water due to the adhesion and detachment of grains previously adhered particles under the influence of hydrodynamic flow impact. The method of calculation of bulk filter with granular partitions.

Keywords: granular materials, the filtration process, sea water, bulk filters, the method of calculation.

Одним из наиболее современных способов подготовки морской воды на рыбоводных и рыбоперерабатывающих предприятиях является ее фильтрация через слои насыпных зернистых материалов с различными гранулометрическими, физико-химическими и сорбционными свойствами [5].

Насыпные фильтры с зернистой загрузкой имеют простую и надежную конструкцию, устойчивы к агрессивным условиям эксплуатации, эффективно очищают морскую воду от механических примесей.

При фильтрации морской воды через зернистые материалы примеси задерживаются в слое фильтрующего материала или на его поверхности, в результате чего происходит очистка морской воды. Эффективность процесса фильтрации зависит как от физико-химических свойств примесей в морской воде и насыпных зернистых материалов, так и от гидродинамических факторов. Пористая среда насыпных фильтров обычно формируется из зернистых материалов определенного диаметра ($0,1 \cdot 10^{-3} - 3 \cdot 10^{-3}$) [3]. В сформированном зернистом слое частицы материала чередуются с пустотами, называемыми порами, которые образуют поро-

вые криволинейные каналы и по которым протекает очищаемая морская вода (рис. 1). От формы, усредненных размеров и количества таких каналов в единице объема зернистого слоя зависит как гидравлический режим течения морской воды, так и качество ее очистки.

Под пористостью слоя понимают долю свободного объема в зернистом слое, $\text{м}^3/\text{м}^3$:

$$e = \frac{V_{\text{пор}}}{V_{\text{сл}}}, \quad (1)$$

где $V_{\text{пор}}$ – объемы пор в слое зернистого материала; $V_{\text{сл}}$ – суммарный объем твердой фазы и пор в слое.

Процесс выделения взвешенных частиц из морской воды при фильтровании состоит из трех стадий:

- 1) перенос частиц из потока морской воды на поверхность фильтрующего материала;
- 2) закрепление частиц на зернах и в щелях между ними;
- 3) отрыв закрепленных частиц с переходом их обратно в поток морской воды [2].

Определяющими факторами в доставке частиц к зернам загрузки являются силы инерции и диффузии. Закрепление частиц у поверхности фильтрующего материала происходит, во-первых, за счет действия межмолекулярных сил притяжения Ван-дер-Ваальса, определяющих прилипание (адгезию) взаимодействующих, разнородных по природе, зарядам и размерам фаз. Во-вторых, удержание частиц может осуществляться в щелях между зернами загрузки. Задержанные частицы взвеси при объемном фильтровании постепенно заполняют поры между зернами слоя (рис. 2), что приводит к уменьшению проходного сечения пор и увеличению гидравлического сопротивления слоя при постоянном расходе морской воды. Увеличение скорости движения морской воды в порах приводит к срыву уловленных частиц и перемещению их в глубину фильтрующего слоя. Таким образом, область интенсивного изменения концентрации взвеси в морской воде перемещается по высоте от верхней части слоя к нижней. Время, в течение которого достигается очистка морской воды до заданной степени, называется временем защитного действия загрузки. При его достижении либо по достижении времени предельной потери напора насыпной фильтр включают в режим очистки противотоком [2, 4].

На рис. 3 представлена иллюстрация зарастания поры в течение времени фильтрования.

Для математического описания закономерностей процессов удаления взвешенных веществ фильтрованием выделяют двумя сечениями «1-1» и «2-2» элементарный слой загрузки толщиной (Δx) на расстоянии (x) от ее поверхности (рис. 4). Площадь поверхности горизонтального сечения слоя примем равной единице. К сечению «1-1» подходит морская вода с массовой концентрацией частиц C_1 , а через сечение «2-2» вода выходит из слоя с концентрацией C_2 .

Эффект очистки морской воды как суммарный результат двух противоположных процессов – изъятия частиц из воды вследствие адгезии к зернам и отрыва ранее прилипших частиц под влиянием гидродинамического воздействия потока определяется по уравнению (2):

$$DC = DC_1 - DC_2, \quad (2)$$

где DC_1 – уменьшение концентрации частиц за счет их прилипания; DC_2 – увеличение концентрации за счет отрыва частиц.

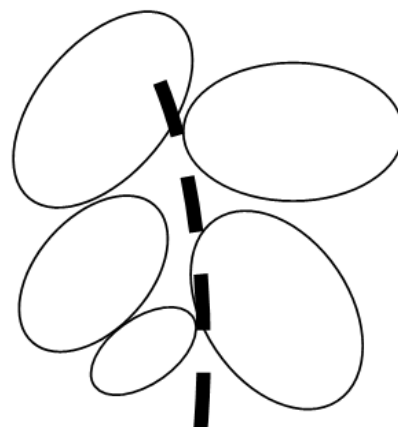


Рис. 1. Образование порового канала зернистого слоя
Fig. 1. The formation of pore channel granular layer

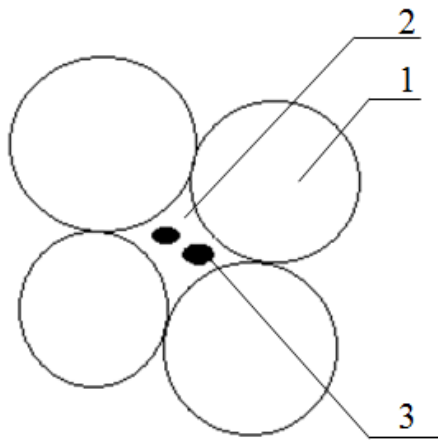


Рис. 2. Изменение сечения поры:
1 – зерна загрузки; 2 – начальная конфигурация порового сечения; 3 – прилипающие частицы
Fig. 2. Change the section of the pores:
1 – grain loading; 2 – the initial configuration of the pore section; 3 – adhering particles

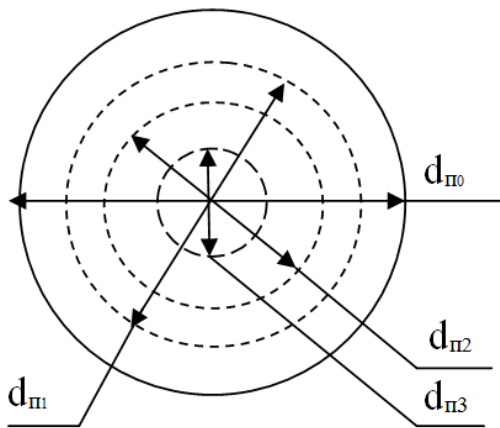


Рис. 3. Иллюстрация зарастания поры в течение времени фильтрования: d_{n0} – условный диаметр поры в начальный момент времени τ_0 ; d_{n1} – условный диаметр поры в момент времени τ_1 ; d_{n2} – условный диаметр поры в момент времени τ_2 ; d_{n3} – условный диаметр поры в момент времени τ_3
Fig. 3. Illustration fouling the pores during the filtration time: d_{n0} – nominal diameter of the pores in the initial time τ_0 ; d_{n1} – nominal pore diameter at time τ_1 ; d_{n2} – nominal pore diameter at time τ_2 ; d_{n3} – nominal diameter of the pores in the time τ_3

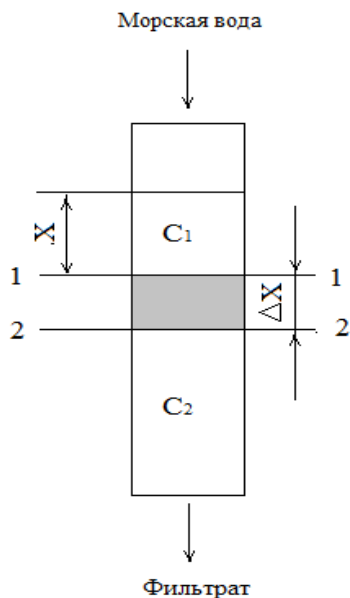


Рис. 4. Модель фильтровальной колонны
Fig. 4. Model of filter columns

Уменьшение концентрации частиц за счет их прилипания (DC_1) определяется по уравнению (3):

$$DC_1 = \frac{n_1 \cdot m_i}{\tau_1} \cdot C_{cp} \cdot \Delta x, \tag{3}$$

где C_{cp} – средняя концентрация частиц в объеме выделенного слоя ; Δx – толщина слоя; n_1 – количество частиц, прилипших к зернам фильтрующей загрузки; m_i – масса одной прилипшей частицы; τ_1 – время, в течение которого происходит прилипание частиц к зернам фильтрующей загрузки.

Увеличение концентрации за счет отрыва частиц определяется по уравнению (4):

$$DC_2 = \frac{n_2}{\tau_2} \cdot r \cdot \Delta x / w, \quad (4)$$

где r – количество осадка, накопившегося к данному моменту времени в единице объема элементарного слоя загрузки (плотность насыщения загрузки осадком); $r \cdot \Delta x$ – количество накопившегося к данному моменту времени осадка; w – скорость фильтрования; n_2 – количество частиц, оторвавшихся от зерен фильтрующей загрузки; τ_2 – время, в течение которого происходит отрыв частиц от зерен фильтрующей загрузки.

Подставляя значения DC , DC_1 и DC_2 в уравнение (2), получают

$$\frac{\partial C}{\partial x} = \frac{n_1 \cdot m_i}{\tau_1} \cdot C_{cp} - \frac{n_2 / \tau_2}{w} \cdot r \cdot \Delta x. \quad (5)$$

Уравнение (5), являясь основным уравнением процесса фильтрования, содержит две переменные (средняя концентрация частиц в объеме выделенного слоя – C_{cp} и количество осадка, накопившегося к данному моменту времени в единице объема элементарного слоя загрузки – r), поэтому его недостаточно для описания процесса.

Расчет насыпных фильтров в основном сводится к определению расхода жидкости и величины гидравлических потерь на единицу поверхности фильтровального материала. Ввиду сложности пористой структуры большинства фильтрующих материалов, состоящей из соединенных между собой пор и сложной сети каналов (капилляров) различной формы и размеров, которые к тому же в ряде случаев изменяются под действием перепада давления, установить для большинства фильтрующих материалов закономерность и дать аналитическое выражение для характеристики потока жидкости практически невозможно. Поэтому гидравлические характеристики фильтрующего материала определяются, за исключением отдельных случаев, экспериментальным путем. Расход насыпного фильтра может быть выражен в общем случае зависимостью, вытекающей из закона Пуазейля [1]:

$$Q = q \cdot F = k(F \cdot \Delta p / \mu), \quad (6)$$

где q — расход (пропускная способность) в единицу времени через единицу площади фильтровального материала, $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$; μ — коэффициент динамической вязкости фильтруемой жидкости $\text{Н} \cdot \text{с}/\text{м}^2$; F — площадь поверхности фильтрующего элемента, м^2 ; Δp — перепад давления на фильтре; k – коэффициент пропорциональности, $\text{Н}/\text{м}^2$.

Расход q определяется по уравнению (7):

$$q = k \cdot \Delta p / \mu. \quad (7)$$

Коэффициент k , представляющий собой удельную пропускную способность единицы площади поверхности фильтрующего материала при перепаде давления $1 \text{ кг}/\text{см}^2$ и вязкости жидкости $1 \text{ л}/\text{см}^2$, определяется по уравнению (8):

$$k = q \cdot \mu / \Delta p. \quad (8)$$

Опыт показывает, что коэффициент k для поверхностных фильтров сохраняется при всех прочих равных условиях практически постоянным в широком диапазоне расходов и перепадов давления, благодаря чему представляется возможным использовать его в качестве сравнительной характеристики гидравлического сопротивления фильтрующего материала.

Процесс фильтрования зависит от многих технологических параметров и в первую очередь от свойств зернистого слоя, свойств фильтрационной среды и примесей, от гидродинамического режима фильтрования [1, 5].

Важнейшими характеристиками пористой среды являются порозность и удельная поверхность, которые определяются по уравнениям (9, 10).

$$\varepsilon_0 = \frac{V - V_0}{V}, \quad (9)$$

где ε_0 – порозность слоя; V – общий объем зернистого слоя, м^3 ; V_0 – объем частиц, м^3 .

$$a = \frac{6(1 - \varepsilon_0) \cdot \alpha}{d_s}, \quad (10)$$

где a – удельная поверхность слоя, $\text{м}^2/\text{м}^3$; d_s – эквивалентный диаметр частицы, м ; α – коэффициент формы.

Частицы задерживаются поверхностью зерен под действием молекулярных сил, электростатических сил, сил химического сродства и адсорбции. Величина сил прилипания зависит от крупности и формы зерен, скорости потока, температуры воды и свойств примесей [5].

Кинетика фильтрования и материальный баланс определяются по уравнениям (11, 12).

$$-\frac{\partial C}{\partial x} = b \cdot C - a \cdot \rho, \quad (11)$$

где C – концентрация примесей в промывной воде; x – толщина слоя загрузки; b , a – константы скорости прилипания и отрыва частиц; ρ – плотность насыщения фильтрующего слоя задержанным осадком.

$$\frac{\partial \rho}{\partial \tau} = -w \frac{\partial C}{\partial x}, \quad (12)$$

где w – скорость фильтрования.

При решении уравнений (11) и (12) получается общее уравнение процесса фильтрования:

$$\frac{\partial^2 C}{\partial x \partial \tau} + aw \frac{\partial C}{\partial x} + b \frac{\partial C}{\partial \tau} = 0. \quad (13)$$

Уравнение (13) имеет решение в виде бесконечного ряда, и его трудно использовать в расчетах.

В процессе фильтрования происходит накопление загрязнений в слое загрузки. В какой-то момент наблюдается вынос частиц в фильтрат с ухудшением его качества. Продолжительность работы фильтра до проскока частиц в фильтрат называют временем защитного действия загрузки τ_z . По мере загрязнения фильтрующего слоя уменьшается его порозность и увеличивается сопротивление при прохождении через него загрязненной морской воды, т.е. растет потерянный напор. Время работы фильтра до достижения потерянного напора предельной величины H_n обозначают через τ_n [1].

Оптимальным условием работы насыпного фильтра является $\tau_3 \approx \tau_n$. Время защитного действия загрузки τ_3 и время работы фильтра до достижения потерянного напора τ_n определяются по уравнениям (14,15).

$$\tau_3 = \frac{1}{k} \cdot \frac{b}{a} \left(x - \frac{x_0}{b} \right), \quad (14)$$

где k, x_0 – константы, зависящие от эффекта очистки (справочные данные).

$$\tau_n = \frac{H_n - H_0}{H_n F_{(A)}} \cdot \frac{b}{a} x, \quad (15)$$

где H_0 – потеря напора в чистой загрузке; $F_{(A)}$ – параметр, зависящий от величины предельной насыщенности порового пространства отложениями A .

Сопrotивление фильтрующего слоя в любой момент времени определяется по уравнению (16):

$$H = \int_0^x i dx = i_0 \int_0^x \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0 - \Delta\varepsilon} \right)^3 dx, \quad (16)$$

где i_0 – сопротивление единицы толщины фильтрующего слоя при прохождении через него чистой жидкости; i – сопротивление единицы фильтрующего слоя с задержанными частицами в любой промежуточный момент времени; $\Delta\varepsilon$ – удельный объем осадка, накопившегося в фильтрующем слое.

Сопrotивление единицы толщины фильтрующего слоя при прохождении через него чистой жидкости i_0 и сопротивление единицы фильтрующего слоя с задержанными частицами в любой промежуточный момент времени i определяются по уравнениям (17, 18).

$$i_0 = \frac{0,188\psi^2 \mu(1 - \varepsilon_0)^2}{d_p^2 \varepsilon_0^3}, \quad (17)$$

где ψ – коэффициент, характеризующий место расположения выпуска сточных вод (для берегового выпуска $\psi = 1$, для выпуска в сечении русла $\psi = 1,5$); μ — коэффициент динамической вязкости фильтруемой жидкости Н·с/м²; ε_0 – порозность слоя; d_p – эквивалентный диаметр частицы, м.

$$i = i_0 \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_0 - \Delta\varepsilon} \right)^3, \quad (18)$$

где i_0 – сопротивление единицы толщины фильтрующего слоя при прохождении через него чистой жидкости; i – сопротивление единицы фильтрующего слоя с задержанными частицами в любой промежуточный момент времени; $\Delta\varepsilon$ – удельный объем осадка, накопившегося в фильтрующем слое.

Площадь насыпных фильтров F определяется по уравнению (19), м²:

$$F = \frac{Q}{\tau_o \cdot u - 3,6 \cdot n_n \cdot u \cdot \tau_n - n_n \cdot w_p \cdot \tau_{нф}}, \quad (19)$$

где Q – расход морской воды, м³/ч; τ_o – продолжительность работы фильтра, ч; w_p – расчетная скорость фильтрации, м/ч; n_n – число промывок фильтра в сутки; u – интенсивность промывки, л/(м²·с); τ_n – продолжительность промывки, ч; $\tau_{n\phi}$ – продолжительность простоя фильтра в связи с промывкой, ч ($\tau_{n\phi} = 0,33$ ч).

Составлено уравнение материального баланса, произведен расчет объема осадка V_{oc} и очищенной морской воды (фильтрата) V_{ϕ} при производительности насыпного фильтра $G_{oc} = 1200$ кг/ч, влажности осадка $w_{oc} = 40$ % (масс.), начальной концентрации морской воды перед фильтрованием по твердой фазе $x_c = 5$ % (масс.), конечной концентрации морской воды после фильтрования $x_{\phi} = 0$; плотности морской воды $\rho_{жс} = 1200$ кгм³ и плотности осадка $\rho_{oc} = 1350$ кгм³ [1].

Уравнение материального баланса по потокам фильтра: $G_c = G_{oc} + G_{\phi}$,

уравнение материального баланса по твердой фазе: $G_c x_c = G_{oc} x_{oc} + G_{\phi} x_{\phi}$,

где $x_{oc} = 100 - w_{oc}$.

Объем осадка равен: $V_{oc} = G_{oc} / \rho_{oc} = 1200 / 1350 = 0,89$ м³/ч.

Для определения объема фильтрата (очищенной морской воды) по аналогичной формуле выразим массовую производительность по фильтрату через производительность по осадку из уравнений материального баланса. Для этого сначала выразим количество фильтрата через количество морской воды, не прошедшей очистку, и осадка $G_{\phi} = G_c + G_{oc}$, а количество морской воды, не прошедшей очистку через количество осадка: $G_c = (G_{oc} x_{oc} + G_c x_{\phi} - G_{oc} x_{\phi}) / x_c = G_{oc} (x_{oc} - x_{\phi}) / (x_c - x_{\phi})$, откуда с учетом условия $x_{\phi} = 0$ получим:

$G_{\phi} = G_c - G_{oc} = G_{oc} (x_{oc} / x_c - 1) = G_{oc} ((100 - w_{oc}) / x_c - 1) = 1200((100 - 40)5 - 1) = 18000$ кг/ч.

Объем фильтрата (очищенной морской воды) равен:

$$V_{\phi} = G_{\phi} / \rho_{жс} = 18000 / 1200 = 15 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Рабочая площадь плоских сеток определяется по уравнению (20):

$$F_c = \frac{Q \cdot k_n}{w_c} \cdot k_1 \cdot k_2, \tag{20}$$

где Q – расход морской воды, м³/ч; k_n – коэффициент неравномерности; w_c – скорость движения морской воды в сетке (для плоских сеток $w_c = 0,2-0,4$ м/с); k_2 – коэффициент загрязнения сетки ($k_2 = 1,2-1,8$).

При этом коэффициент k_1 определяется по уравнению (21):

$$k_1 = \left(\frac{d_{я} - d_n}{d_{я}} \right)^2 (1 + F_1), \tag{21}$$

где $d_{я}$ – размер ячеек в свету, равный 0,5-5 мм; d_n – диаметр проволоки сетки, равный 0,3-2 мм; F_1 – часть площади, занимаемой рамами и шарнирами.

Площадь фильтрующей поверхности насыпного фильтра равна

$$F_{\phi} = \frac{k_1 \cdot Q \cdot k_n}{k_2 \cdot \tau_o \cdot w_{\phi}}, \tag{22}$$

где τ_0 – время работы насыпного фильтра в течение суток, ч; w_ϕ – скорость фильтрования, принимают в пределах 4-20 м/ч; k_1, k_2 – коэффициенты: $k_1 = 1,03, k_2 = 0,63$.

Потери напора на чистой сетке определяются по уравнению (23):

$$h_0 = \zeta_0 \frac{\rho \cdot w_1^2}{2 \cdot A_1^2}, \quad (23)$$

где ζ_0 – коэффициент сопротивления (для ламинарного режима при $Re_c < 4$ равен $\zeta_0 = 6,7/Re_c$ и для турбулентного режима при $Re_c > 4$ равен $\zeta_0 = 2,38/Re_c^{1/3}$); w_1 – скорость движения морской воды на подходе к сетке, м/с; A_1 – свободное сечение сетки, доли единицы.

Потери напора при эксплуатации насыпных фильтров с разделительной сеткой h_τ в момент времени τ определяются по уравнению (24):

$$h_\tau = \zeta_\tau \frac{\rho \cdot w_1^2}{2 \cdot A_1^2 (1 - \beta_k)^2}, \quad (24)$$

где ζ_τ – коэффициент сопротивления в момент времени τ (справочная величина); β_k – коэффициент загрязнения сетки (справочная величина); w_1 – скорость движения морской воды на подходе к сетке, м/с; $Re_c = w_1 R_c / \nu$ – число Рейнольдса; R_c – гидравлический радиус сетки; $R_c = A_1 / 2\pi N$; N – число проволок на единицу длины; ν – коэффициент кинематической вязкости, м²/с.

Представленная нами методика позволяет осуществлять расчет насыпных фильтров с зернистыми перегородками. Данная методика будет использована в учебно-методическом пособии по расчету однослойных и многослойных фильтров.

Список литературы

1. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты гидросферы. – Пенза: Изд-во Пензенского государственного университета, 2004. – 188 с.
2. Копылов А.С. Водоподготовка в энергетике / А.С. Копылов, В.М. Лавыгин, В.Ф. Очков. – М.: МЭИ, 2006. – 320 с.
3. Угрюмова С.Д. Оценка эффективности процесса фильтрования морской воды через зернистые перегородки / С.Д. Угрюмова, А.И. Федорова // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2013. – Т. 28. – С. 137-144.
4. Угрюмова С.Д. Экспериментальное исследование насыпной загрузки в процессе фильтрования морской воды / С.Д. Угрюмова, А.И. Федорова, И.В. Панюкова // Приморские зори-2012. Междунар. науч. чтения: сб. науч. тр. – Владивосток, 2012. – С. 241-245.
5. Угрюмова С.Д. Физические особенности процесса фильтрования морской и пресной воды через насыпные перегородки / С.Д. Угрюмова, А.И. Федорова, С.А. Лоншаков // Фундаментальные и прикладные вопросы естествознания: материалы 54 Всерос. науч. конф. – Владивосток: ТОВМИ, 2011. – Т. III. – С. 191-193.

Сведения об авторах: Федорова Александра Игоревна, аспирант;
Крикун Дмитрий Александрович, аспирант;
Угрюмова Светлана Дмитриевна, доктор технических наук, профессор.

СОДЕРЖАНИЕ

ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ	3
<i>Буторина Т.Е., Вязникова К.С., Липатникова С.А.</i> Изменения состава, биомассы и плотности поселения обрастания садков приморского гребешка в бухте Северной.....	3
<i>Кучеренко Л.В.</i> Особенности освещения аквариумов.....	14
<i>Ниязова О.Б.</i> Видовой состав, численность и экологический комплекс почвенной макрофауны Самаркандской области Узбекистана.....	19
<i>Проскура Д.Ю., Ткаченко Т.И.</i> Экологические последствия наводнений и способы защиты от них.....	24
<i>Шевченко О.Г., Пономарева А.А.</i> Фитопланктон северо-восточного побережья о-ва Сахалин в августе – сентябре 2010 г.....	31
ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА	41
<i>Осинов Е.В.</i> Методика расчета характеристик донного яруса при постановке.....	41
<i>Недоступ А.А., Ражнев А.О.</i> Математическое моделирование динамических процессов плавной сети.....	46
<i>Недоступ А.А., Ражнев А.О.</i> Создание компьютерной программы по расчету динамических характеристик плавной сети.....	57
СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СУДОВОЖДЕНИЯ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ	67
<i>Кича П.П., Таращан Н.Н.</i> Полнопоточная тонкая очистка моторного масла в судовых дизелях двухступенчатым фильтрованием.....	67
<i>Соболенко А.Н.</i> Анализ аварийного затопления машинного отделения теплохода в порту Славянка.....	73
ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	77
<i>Ковалева Е.А., Родионов Д.А., Сахарова Т.Г., Сахарова О.В.</i> Новый подход к созданию кулинарной продукции из сахарины японской.....	77
<i>Коровина Ю.А., Дементьева Н.В.</i> Изучение функционально-технологических свойств молок лососевых рыб.....	84
<i>Погонец В.И., Пешков И.Х., Русанов О.И.</i> Перенос тепла и влаги при сушке во взвешенном состоянии измельченных морепродуктов.....	89
<i>Волотка Ф.Б., Богданов В.Д.</i> Жирно-кислотный состав формованных изделий из дальневосточной красноперки (<i>Tribolodon Brandtii</i>) и кефаль-лобана (<i>Mugil Cephalus</i>).....	99
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ	105
<i>Геворгян А.М., Дадоматов А.Л.</i> Модифицированные угольно-пастовые сенсоры и их аналитические возможности при инверсионно-вольтамперометрическом определении олова.....	105
<i>Федорова А.И., Крикун Д.А., Угрюмова С.Д.</i> Особенности фильтрования морской воды и расчет насыпной фильтрующей перегородки.....	110

CONTENTS

ICHTHYOLOGY. ECOLOGY	3
<i>Boutorina T.E., Vyasnikova K.S., Lipatnikova S.A.</i> Changings in composition, biomass and density of foulings on the stews of Japanese scallop in Severnaya bay	3
<i>Kucherenko L.V.</i> Features aquarium lighting	14
<i>Niyazova O.B.</i> Specific structure, abundance and ecological complex of soils macrofauna of Samarkand region of Uzbekistan	19
<i>Proskura D.Y.; Tkachenko T.I.</i> Ways of prevention of environmental damage caused by floods	24
<i>Shevchenko O.G., Ponomareva A.A.</i> Phytoplankton on the North-Eastern coast of the Sakhalin Island in August – September 2010	31
INDUSTRIAL FISHERIES. ACOUSTICS	41
<i>Osipov E.V.</i> Method of calculation of characteristics of bottom longline at statement	41
<i>Nedostup A.A., Razhev A.O.</i> Mathematical modeling of dynamic processes drifting net	46
<i>Nedostup A.A., Razhev A.O.</i> Creating of the computer program by calculation of dynamic characteristics of the drifting gill net	57
SHIP POWER PLANTS, EQUIPMENT AND SYSTEMS, SHIP NAVIGATION FACILITIES, SHIP ELECTRICAL FACILITIES	67
<i>Kicha P.P., Taraschan N.N.</i> Full flow fine cleaning motor oil by dual gradation of filtering in a diesel engine	67
<i>Sobolenko A.N.</i> The analysis of the accident water flood in the engine room of motor ship in the Slavayanka port	73
TECHNOLOGY AND QUALITY CONTROL OF FOOD PRODUCTS	77
<i>Kovaleva E.A., Rodionov D.A., Saharova T.G., Saharova O.V.</i> A new approach to creating culinary products from <i>Saccharina Japonica</i>	77
<i>Korovina U.A., Dementeva N.V.</i> Studying of functional and technological properties of milts of salmon fishes	84
<i>Pogonets V.I., Pechkov I.H., Rusanov O.I.</i> Heat and moisture transfer during drying in suspension grinding seafood	89
<i>Volotka F.B., Bogdanov V.D.</i> Fatty acid composition of molded products from the Far East rudd (<i>Tribolodon brandtii</i>) and striped mullet (<i>Mugil cephalus</i>)	99
TECHNOLOGICAL AND TRANSPORTATION EQUIPMENT OF FISHERIES	105
<i>Gevorgyan A.M., Dadomatov A.L.</i> Modified carbon-paste sensors and their analytical possibilities at the inversion-voltamperometrical determination of stanium	105
<i>Fedorova A.I., Krikun D.A., Ugryumova S.D.</i> Features of sea water filtration and calculation of dry bulk filtering partition	110

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Статья должна соответствовать научным требованиям, быть интересной достаточно широкому кругу российской научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы и содержать очевидный элемент создания нового знания.

За точность воспроизведения имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Объем статьи (включая список литературы, таблицы и надписи к рисункам) должен быть не более 12 страниц; текст – в формате А4; наименование шрифта – Times New Roman; размер (кегель) шрифта – 12 пунктов; все поля должны быть 2 см, отступ (абзац) – 1 см, межстрочный интервал – одинарный.

Текст статьи набирать без принудительных переносов, слова внутри абзаца разделять только одним пробелом, не использовать пробелы для выравнивания. Следует избегать перегрузки статей большим количеством формул, дублирования одних и тех же результатов в таблицах и графиках.

Границы таблиц и рисунков должны соответствовать параметрам полей текста. Математические уравнения и химические формулы должны набираться в редакторе формул Equation (MathType) или в Редакторе MS Word, одним объектом, а не состоять из частей, сами формулы должны быть 12-14 кегля.

Формулы и уравнения печатаются с новой строки и нумеруются в круглых скобках в конце строки.

Рисунки должны быть представлены в формате *.jpg или *.bmp. Подрисовочная подпись должна состоять из номера и названия (Рис. 1. ...). В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки. Графики, диаграммы и т.п. рекомендуется выполнять в программах MS Excel или MS Graph. Таблицы должны иметь заголовки и порядковые номера. В тексте статьи должны присутствовать ссылки на каждую таблицу.

Допускаются смысловые выделения – полужирным шрифтом.

Статья должна включать следующие данные:

1. Индекс УДК (на первой странице в левом верхнем углу).

2. Инициалы и фамилии всех авторов, через запятую.

3. Полное название учреждения (место работы), город, почтовый адрес и индекс.

Если авторов несколько и они работают в разных учреждениях, возле названия каждого учреждения и фамилии автора ставится соответствующий надстрочный символ.

4. Над фамилиями авторов справа указывается один из следующих разделов сборника:

- **Ихтиология. Экология.**

- **Промышленное рыболовство. Акустика.**

- **Судовые энергетические установки, устройства и системы, технические средства судовождения, электрооборудование судов.**

- **Технология и управление качеством пищевых продуктов.**

- **Технологическое и транспортное оборудование рыбохозяйственной отрасли.**

5. Заголовок. Название статьи должно быть кратким (не более 10 слов). Заголовки набирают полужирными заглавными буквами. В заглавии не допускается употребление сокращений, кроме общепризнанных.

6. Аннотацию (не более 700 печатных знаков) набирают курсивом.

7. Ключевые слова (не более 9).

8. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы (возможно выделение данных разделов в тексте):

Введение

Объекты и методы исследований

Результаты и их обсуждение

Выводы

9. Список литературы оформляется согласно ГОСТ 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка». Список литературы приводится в порядке цитирования работ в тексте в квадратных скобках [1, 2, 3].

На английском языке необходимо предоставить следующую информацию (после ключевых слов на русском языке):

- инициалы и фамилии авторов;
- заглавие статьи;
- текст аннотации;
- ключевые слова (Key words);
- подписи к рисункам и названия таблиц (приводятся в тексте по смыслу).

Сведения об авторах приводятся в конце статьи (после списка литературы) и включают в себя: Фамилия, имя, отчество (полностью), научная степень, звание, должность, e-mail.

В редакцию предоставляются:

1. Электронная версия статьи в программе MS Word 3 на CD диске, флэш-носителе или отправляется на электронный адрес редакции (nauch-tr@dgtru.ru). Файл статьи следует назвать по фамилии первого автора – Петров А.А.doc. Не допускается в одном файле помещать несколько файлов.

2. Распечатанный экземпляр статьи, строго соответствующий электронной версии.

3. Сопроводительное письмо на имя главного редактора сборника (ректора ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз» Кима Г.Н.) на бланке направляющей организации о возможности опубликовать научную статью в сборнике, с подписью руководителя учреждения (заверенной печатью), в котором выполнена работа, или его заместителя (сотрудникам Дальрыбвтуза не требуется сопроводительное письмо).

4. Экспертное заключение о возможности публикации в открытой печати с гербовой печатью организации.

5. Заявка (Ф.И.О., город, учреждение, название статьи, название рубрики, контактные (рабочий, сотовый) телефоны, дата подачи статьи).

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Пример оформления статьи

УДК 123

Ихтиология. Экология

А.А. Иванов¹, И.Б. Петров²

¹ Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

² Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, 690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4.

НАЗВАНИЕ СТАТЬИ

Аннотация.

Ключевые слова: гидробионты.

Данные на английском языке.

Текст статьи (по ширине страницы) [1, 2, 3].

Список литературы

Сведения об авторах: Иванов Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: ivanovaa@mail.ru;

Петров Игорь Борисович, кандидат биологических наук, профессор, научный сотрудник, e-mail: petrov@mail.ru.

Адрес: 690087, Россия, Владивосток, ул. Луговая, 52б, каб. 412б
Тел./факс: (4232) 44-11-76
e-mail: nauch-tr@dgtru.ru
сайт: <http://nauch-tr.dgtru.ru>

Научное издание

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

Сборник научных статей

Том 29

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-45533 от 16 июня 2011 г.

Редактор Т.В. Ломакина
Технический редактор И.Н. Горланова
Художественный редактор А.А. Устьянцева
Макет, обложка О.В. Нечипорук

Подписано в печать 30.09.2013. Формат 60x84/8.
Усл. печ. л. 13,95. Уч.-изд. л. 10,95. Заказ 0480. Тираж 400 экз.

Отпечатано: Издательско-полиграфический комплекс Дальневосточного
государственного технического рыбохозяйственного университета
690091, г. Владивосток, ул. Светланская, 25